



**Maria Cristina  
Gusmão Pinheiro**

**Ciência em poetas portugueses do século XX:  
implicações na comunicação da Ciência**



**Maria Cristina  
Gusmão Pinheiro**

**Ciência em poetas do século XX: implicações na  
comunicação da Ciência**

dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Educação e Comunicação da Ciência, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Victor Gil, Professor convidado da Secção Autónoma de Ciências Sociais e Políticas da Universidade de Aveiro e co-orientação do Professor Doutor António Manuel dos Santos Ferreira, Professor associado com agregação do Departamento de Línguas e Culturas da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho ao meu Pai, ao Rui e à Mariana.

## **o júri**

presidente

**Professor Doutor Júlio Domingos Pedrosa Luz de Jesus**  
Professor Catedrático do Departamento de Química da Universidade de Aveiro

vogal

**Professor Doutor Victor Manuel Simões Gil**  
Professor Catedrático convidado da Secção Autónoma de Ciências Sociais e Políticas da  
Universidade de Aveiro

vogal

**Professor Doutor Carlos Manuel Baptista Fiolhais**  
Professor Catedrático do Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade de Coimbra

## **agradecimentos**

Considero que a elaboração de uma tese de mestrado é um produto colectivo embora a sua redacção, responsabilidade e stress seja predominantemente individual. Várias pessoas contribuíram para que este trabalho chegasse a bom termo. A todas elas registo a minha gratidão.

Ao meu orientador, Professor Doutor Victor Gil, com quem partilho diversos interesses comuns, entre os quais a temática abordada na dissertação, pela sua perseverança, conselhos e silêncios sem os quais este trabalho não teria chegado a bom termo.

À Professora Doutora Helena Caldeira, pela amizade que sempre me dedicou desde os tempos em que fui sua aluna na faculdade.

Aos meus colegas do Exploratório, pela compreensão, excesso de trabalho e incentivo que me deram.

Às minhas colegas Lina, Teresa e muito especialmente à Clarinha pelas sugestões que me deu e a dedicação que pôs neste trabalho, que passou muito para além do que era razoável esperar. A todas vocês um muito bem haja pela vossa amizade e apoio incondicional com que sempre me brindaram!

Aos meus amigos de longo data, sem nenhuma ordem em particular: a Mélita, a Cristina, a Amélia, a Silvina, o Quim, o Menezes, o Manuel Maria, a Beta, o Samuel e a Elsa que foram perguntando pelo trabalho e suportaram as minhas ausências, bem como as minhas presenças (!).

Ao Rui, pelo inestimável apoio e desculpabilização das diversas falhas que fui tendo por força das circunstâncias, e pela paciência e compreensão reveladas ao longo destes meses.

Às pessoas mais importantes da minha vida: a minha família, muito em especial o meu Pai, pela sólida formação dada até à minha juventude que me proporcionou a continuidade nos estudos até chegar a este mestrado, os meus eternos agradecimentos.

## palavras-chave

Ciência, Poesia, actividades práticas

## resumo

Este estudo desenvolve-se à volta da confluência de duas linguagens – a da ciência e a da poesia – socorrendo-se de exemplos da poesia portuguesa do século XX. Exploram-se intersecções e articulações entre estas duas disciplinas, na convicção de que se contribua para criar redes fortes de produção, criação e enriquecimento cultural, designadamente no tocante à comunicação da ciência e à promoção da chamada cultura científica. Afinal, a arte e a ciência sempre marcaram presença na cultura humana.

Faz-se notar que é, também, a integração dos dois saberes que se procura e não somente a utilização da poesia como instrumento complementar para a comunicação da ciência. Temos, assim, para além de uma perspectiva utilitária, uma perspectiva transversal (multidisciplinar) e integradora de saberes.

Foi neste pressuposto que foram exploradas pontes entre a poesia e a ciência para a criação de binómios ciência-poesia, duas formas do engenho humano e duas expressões da cultura. Foram, então, desenhadas e concretizadas várias actividades com este propósito, baseadas nos seguintes poemas: Doze signos do céu o Sol percorre, de Fernando Pessoa, Física de José Saramago, O burro puxa o carro de Adíla Lopes, Catedral de Burgos, Pastoral e Pedra filosofal de António Gedeão e ADN de Vitorino Nemésio. Foram, ainda, apresentadas quatro actividades como sugestão de implementação e que se baseiam nos poemas Lágrima de Preta, Poema para Galileu e Mãezinha de António Gedeão e no livro O Ilimitável Oceano de Eugénio Lisboa.

Pela natureza do tema, fomos levados a optar por um plano de pesquisa descritiva, com alguns aspectos quantitativos. Envolveu-se, principalmente: a observação do comportamento dos participantes durante a realização das actividades e a análise das opiniões expressas em questionários e comentários registados.

O estudo desenvolveu-se no Exploratório Infante D. Henrique – Centro Ciência Viva de Coimbra, no cubo Sol3 no parque Verde do Mondego (dinamizado pelo Exploratório) e no Museu de Física da Universidade de Coimbra.

## keywords

Science, Poetry, practical activities

## abstract

This study is developed around the convergence of two languages – the language of science and the language of poetry – by making use of examples taken from the Portuguese poetry of the XX century. Interactions are explored between these two disciplines, thus hoping to contribute to the establishment of stronger networks of cultural creation and enrichment, namely in what relates to science communication and the so-called scientific culture. After all, art and science have always been present in human culture.

It is noted that what it is sought is an integration of the two fields as well as the exploration of poetry as a complementary tool for science communication. Thus, we have both a transversal (multidisciplinary) perspective, integrating disciplines, and a utilitarian perspective.

It was on this basis that several bridges between poetry and science were explored, aiming at the establishment of science-poetry binomials, involving two forms of human ingenuity and two expressions of culture. Several activities were, thus, conceived and materialized, based on the following poems: *Doze signos do céu o Sol percorre*, by Fernando Pessoa, *Física* by José Saramago, *O burro puxa o carro* by Adília Lopes, *Catedral de Burgos*, *Pastoral e Pedra filosofal* by António Gedeão and *ADN* by Vitorino Nemésio. Four additional activities are also presented for future implementation and based on the poems *Lágrima de Preta*, *Poema para Galileu* and *Mãezinha* by António Gedeão and on the book *O Ilimitável Oceano* by Eugénio Lisboa.

Because of the nature of the theme of this work, the investigation was mainly descriptive, with some quantitative features. The following were mainly involved: observation of the behaviour of participants during the activities, and the analysis of the answers given in questionnaires as well as recorded comments by participants.

The study was carried out at Exploratório, the Ciência Viva Centre in Coimbra, including the glass cube “Sun to the cube” at the “Parque Verde do Mondego”, and at the Physics Museum of the University of Coimbra.





# Índice

<b>Introdução</b>	5
<b>2. Ciência e Arte como expressões da cultura</b>	9
2.1 Ciência e cultura científica .....	9
2.2 Arte e Ciência .....	11
<b>3. Ciência e Poesia</b>	21
3.1 Ciência como matéria para a Poesia .....	21
3.2 Metáfora na Ciência e na Poesia .....	27
3.3 A Ciência e a Poesia em prática .....	30
<b>4. Pontes Ciência – Poesia</b>	35
4.1 Metodologia .....	35
4.2 Binómios Ciência – Poesia .....	39
<b>5. Conclusões.....</b>	127
<b>Anexos</b>	133
<b>Bibliografia</b>	141



# Índice de Figuras

Figura 1- Eclíptica.....	39
Figura 2 - Sol <sup>3</sup> , Parque Verde do Mondego.....	41
Figura 3 - Arco-íris, exposição Sol do Pintor .....	52
Figura 4 - Pares acção-reacção: burro-carro, burro-chão e carro-chão .....	59
Figura 5 - Participantes a medir as intensidades das forças que exerciam um sobre o outro .....	61
Figura 6 - Material da actividade “O burro e o carro” .....	61
Figura 7 - Modelo de visão.....	69
Figura 8 - Corte esquemático do olho e formação de imagem.....	69
Figura 9 - Instrução e explicação do módulo “Olhar e ver” .....	71
Figura 10 - Propagação da luz no módulo “Olhar e ver” .....	71
Figura 11 - Visitante a interagir com o módulo “Olhar e ver” .....	71
Figura 12 - Instrução e explicação do módulo “Jogos ópticos II” .....	72
Figura 13 - Esquema do olho humano.....	73
Figura 14 - Visitante a interagir com o módulo “Jogos ópticos II” .....	73
Figura 15 - Sequência de ecrãs do programa multimédia “Tu e os outros” .....	82
Figura 16 - Visitante a interagir com o programa “Tu e os outros” .....	83
Figura 17 - Grupo de visitante a explorar o primeiro jogo da actividade “A diversidade biológica” .....	91
Figura 18 - Grupo de visitante a explorar o segundo jogo da actividade “A diversidade biológica” .....	92
Figura 19 – Actividade “Pedra filosofal” .....	101



# 1. Introdução

Numa época em que se vive um confronto entre o *pensamento sensível* e o *pensamento racional*, talvez se possa vislumbrar algo de promissor ao promover-se a uma contaminação mútua entre as Ciências exactas e as Artes. Se lhes fornecermos um ambiente propício para interagirem, estas áreas do saber poderão combater, decerto, o isolamento das disciplinas tradicionais. A possibilidade de confluência de várias linguagens, desenvolvendo intersecções e articulações entre as disciplinas, talvez consiga criar redes fortes de produção e criação. Afinal, a Arte e a Ciência sempre marcaram presença na cultura humana.

Desde a criação, o Exploratório Infante D. Henrique tem seguido uma estratégia de crescimento que se baseia na concepção e construção dos conteúdos da exposição e das actividades que aí têm lugar. Vive-se, assim, um clima de inovação e criação numa busca por novos meios de comunicar eficazmente Ciência. Este estudo surge na sequência dessa senda criadora, com o propósito de estimular a criatividade, a exploração e a aprendizagem. Numa perspectiva transversal (multidisciplinar) e integradora de saberes, foram utilizadas pontes entre a Poesia e a Ciência para a criação de binómios Ciência-Poesia.

A implementação destes binómios partiu do pressuposto de que a Ciência e a Poesia são duas formas do engenho humano e duas expressões da cultura. Pretendeu-se motivar o público para a realização das actividades propostas e mostrar que há pontes conceptuais entre ambas. Nesta década, o uso da Poesia na comunicação da Ciência é já uma realidade, embora pouco frequente, sobretudo no nosso país. Incide principalmente na utilização da Poesia como complemento da actividade de divulgação e Ensino da Ciência. No nosso caso, não quisemos dar prioridade à Ciência, pelo que o estudo se baseou na integração dos dois saberes, sem privilegiar nenhum deles.

Neste contexto, o problema que se nos colocou traduz-se, em linhas gerais, na questão: *Que contribuição pode dar à Cultura, e, em particular à comunicação da Ciência, a união da Poesia com a Ciência?*

O estudo que desenvolvemos tentou responder a esta questão e, em particular, como comunicadores de Ciência que somos, sempre à procura de novas e eficientes metodologias de divulgação científica, procurámos saber: *Em que medida são úteis actividades que integram o binómio Poesia-Ciência? Quais as principais barreiras?*

Pela natureza do tema, fomos levados a optar por um plano de pesquisa descritiva, com alguns aspectos quantitativos. Envolveu-se, principalmente, a observação do comportamento dos participantes durante a realização das actividades e a análise das opiniões expressas em questionários (ver anexos 1 a 6) e comentários registados.

Este estudo desenvolveu-se no Exploratório Infante D. Henrique – Centro Ciência Viva de Coimbra, no cubo Sol<sup>3</sup> no parque Verde do Mondego (dinamizado pelo Exploratório) e no Museu de Física da Universidade de Coimbra.

Depois deste capítulo introdutório, no segundo capítulo apresenta-se um enquadramento teórico do estudo, num horizonte de Ciência e Arte como expressões da cultura. Começa-se por apresentar várias perspectivas de cultura científica seguidas de relações da Arte com a Ciência. Aqui, exemplificam-se, semelhanças e diferenças entre estes dois campos; actividades, instituições e projectos integradores de Arte e Ciência; ligações entre Ciência e Artes visuais e entre Ciência e Teatro.

No terceiro capítulo “Ciência e Poesia”, começa-se por uma perspectiva histórica e seguem-se ligações entre ambas. Analisa-se, depois, o papel das metáforas no texto científico e no texto poético. Por fim, dão-se exemplos práticos de aproximação entre estas duas formas de criação.

O quarto capítulo “Pontes Ciência – Poesia” inicia-se com a descrição metodológica do trabalho. Apresentam-se as actividades desenvolvidas relativas aos binómios Ciência – Poesia. Para cada actividade, segue-se a análise dos resultados e a caracterização da amostra. A dinamização das actividades apresentadas no ponto dois deste capítulo iniciou-se com a actividade *Doze signos do céu o Sol percorre*, no Sol<sup>3</sup> do Parque Verde do Mondego. Com a realização de entrevistas, pretendeu-se recolher

opiniões das pessoas que não procuravam propositadamente actividades de divulgação de Ciência e que passeavam no parque, entrando no cubo apenas para ver ou para realizar as actividades aí disponíveis. Neste espaço, o Exploratório dinamiza actividades de Astronomia subordinadas ao tema do Sol e, numa das paredes, junto com uma fotografia do Sol, estão expostas as quadras *Doze signos do céu o Sol percorre* (Glosas de Fernando Pessoa, 1978). As entrevistas visaram as opiniões deste público sobre a união da Arte (neste caso Poesia) e a Ciência. Com a recolha de perguntas levantadas pela leitura do poema, tentámos saber se as pessoas encaravam a Ciência numa perspectiva de contextualização de saberes ou, se pelo contrário, a consideravam estanque. A recolha de perguntas tinha como propósito saber *sobre o quê* as pessoas se interrogam, isto é, que questões colocam sobre o tema visado no poema e, a partir delas, elaborar actividades de Ciência que lhes dessem resposta. Como neste aspecto não fomos bem sucedidos, uma vez que essas “questões interessantes” não apareceram, planeámos diversas actividades integradoras de Poesia e Ciência, sobretudo com cariz experimental. Na concepção destas actividades esteve presente a ideia de diversidade. Assim, a segunda actividade decorreu no Museu de Física, com base no poema *Física* de José Saramago e num dos módulos interactivos da exposição *Sol do pintor. Olhares transversais* – ela própria um exemplo de transversalidade entre Arte e Ciência. O público-alvo foi um público “consumidor” de cultura.

As restantes cinco actividades foram dinamizadas no Exploratório Infante D. Henrique. Foram, assim, criados binómios Ciência-Poesia com os poemas: *O burro puxa o carro* de Adíla Lopes, *Catedral de Burgos*, *Pastoral* e *Pedra filosofal* de António Gedeão e *ADN* de Vitorino Nemésio. No primeiro caso, a actividade de Ciência foi subordinada ao tema de Física – Mecânica. O poema servia de instrução, isto é, os dois intervenientes faziam-no e sentiam-no na prática. No segundo, a partir do poema *Catedral de Burgos*, os participantes, visitantes do Exploratório, exploravam o processo de visão com base nos módulos *Olhar e Ver* e *Jogos Ópticos II*. Com o poema *Pastoral* foi construída uma actividade que envolvia a identificação dos constituintes de uma folha e a classificação de folhas recolhidas pelos participantes no Jardim do Exploratório. Para o conseguir, construíram-se dois *kits*. Esta actividade destinou-se a grupos de alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico. Com o poema *Pedra filosofal* elaborou-

se um jogo de reconstrução do poema a partir de imagens e correspondência de áreas da cultura e épocas. Finalmente, com o poema de Vitorino Nemésio, explorou-se um programa multimédia, construído no Exploratório, que executa a estatística dos utilizadores de acordo com algumas das suas características genéticas.

Foram, ainda, apresentadas quatro actividades como sugestão de implementação. Estas baseiam-se nos poemas *Lágrima de Preta*, *Poema para Galileu* e *Mãezinha* de António Gedeão e no livro *O Ilimitável Oceano* de Eugénio Lisboa, que contemplam a análise de águas, a queda dos graves, a resolução de equações e História da Ciência, respectivamente.

Por fim, é feita a discussão global dos resultados (capítulo 5) apresentando-se alguma conclusões e sugestões.



## 2. Ciência e Arte como expressões da Cultura

### 2.1 Ciência e Cultura científica

A noção de cultura científica reveste-se de uma grande variedade de interpretações e revela-se relativamente ambígua. As relações entre a Ciência e a Cultura têm sido olhadas segundo pontos de vista muito diversificados, dando origem a controvérsias e problematizações.

Por um lado, há que considerar a Ciência como parte fundamental da *cultura erudita* das sociedades contemporâneas, atendendo ao estatuto intelectual elaborado que a Ciência moderna alcançou. Por outro lado, podemos olhar a Ciência como *cultura do quotidiano*, uma vez que ela é uma das traves mestras das visões do mundo e dos modelos do pensamento, dos recursos cognitivos e objectos tecnológicos que integram toda a vida social actual. Podemos ainda olhá-la numa perspectiva da *promoção da cultura científica*, debruçando-nos sobre a importância da difusão a públicos alargados, de conhecimentos e competências de natureza científica ou de capacidades de relacionar com a vida profissional ou o exercício da cidadania.

Pode ainda ser olhada na perspectiva do contacto da população em geral com a Ciência, da mesma forma de outros consumos culturais. Nesta perspectiva equiparam-se os *públicos de Ciência* a *públicos de Cultura* ou integrantes deles (Costa, Ávila e Mateus, 2002).

Assim, podemos olhar para a cultura científica sob vários ângulos ou atribuir-lhe vários sentidos. Um dos mais usuais é o da cultura específica dos cientistas e da esfera científica, com procedimentos, sistemas institucionais, instrumentos e valores próprios (Caraça, 2001).

Outro sentido que lhe tem sido comumente atribuído é o de *Ciência como cultura*. Nesta perspectiva vê-se inscrita no património das aquisições intelectuais da humanidade. A Ciência é assim incluída em universos culturais mais amplos, embora por vezes com disputas e clivagens com os outros elementos: "Entre estes dois grupos – os cientistas e os intelectuais literários –, a comunicação é reduzida e há, em vez de sentimentos de solidariedade, uma espécie de hostilidade" (Snow, 1996).

O confronto entre cultura científica e cultura literária está na base das *duas culturas*, polémica que surgiu pela primeira vez numa conferência proferida por Snow em 1959 mas que, segundo o próprio, é uma situação que lhe desagrada. No entanto, é um facto que este confronto continua a existir nas sociedades contemporâneas, é “lamentável e indefensável, mas pesado e persistente, feito de desconhecimentos recíprocos e mesmo de hostilidades mútuas. Em particular, o preconceito da cultura literária e artística contra o estatuto cultural da Ciências revelar-se-ia fortemente enraizado, reemergindo de diversas maneiras e com múltiplas manifestações” (Costa *et al.*, 2002). No entanto, na opinião de Leach (1992), é a tendência da Ciências a homogeneizar o mundo académico e a subalternizar outras formas de cultura que cria o conflito.

Alguns dos sentidos atribuídos actualmente a cultura científica dizem respeito, sobretudo, ao diálogo interdisciplinar promovido em contexto e suportes pertencentes a meios não específicos de um deles. São eles, tipicamente, conferências e revistas de cultura científica, que se situam entre publicações especializadas e peças jornalísticas. O público consumidor desta cultura pode não ser só público especializado, mas também pelo menos aquele que, com razoável escolarização, consiga enriquecer-se com uma cultura científica constituída por exemplo por avanços, objectivos, procedimentos e critérios básicos (Costa *et al.*, 2002).

Se entendermos o conceito sociológico e antropológico de cultura como sistema de linguagens e práticas, de símbolos e significados, de artefactos e instituições que grupos ou redes sociais foram desenvolvendo ao longo da história, a Ciências pode aqui ser incluída como uma das formas de cultura. Então é possível considerar a Ciências moderna como apenas mais uma cultura, ou como uma cultura que comunica com as outras culturas, de que é exemplo a sua relação com os *media*.

Outra perspectiva coloca-se no patamar da promoção da cultura junto de públicos alargados, cujo objectivo é aproximar a Ciências da sociedade, contribuindo para a apropriação social das Ciências e das técnicas. A estratégia passa por revitalizar o ensino experimental das Ciências, conjuntamente com múltiplas formas de difusão de cultura científica. Em ambos, parece ser fundamental a combinação criativa e judiciosa do imaginário e da compreensão pelo fazer (Gago, 1990).

A relação com outras culturas reaparece porque sempre que se ensina ou se divulga Ciência não se encontra um público vazio culturalmente. Encontram-se sim pessoas já com saberes comuns, representações sociais ou culturais do quotidiano, resultantes de tradições culturais, de experiências práticas, aprendizagens escolares ou mensagens mediáticas (Gago, 1990, Solomon 1993).

## 2.2 Arte e Ciência

Quer se fale de uma só cultura ou de muitas culturas, a Arte e a Ciência, dela(s) fazendo parte, estão indissociavelmente ligadas.

### **Arte e Ciência: encontros e desencontros**

Quase cinco décadas depois, a conferência "As duas culturas" proferida por Snow ainda é "um clássico da reflexão sobre as diferenças que separariam a cultura voltada para a ciência e a cultura, humanística, voltada para as artes" (Vogt, 2003). A especialização tem forçado a separação entre Arte e Ciência e, parafraseando Collini (1996), "é inútil lamentarmos o processo de especialização enquanto tal: trata-se da condição preliminar do progresso intelectual, e amiúde representa um aperfeiçoamento sensível das ideias e das técnicas".

Este hiato cultural para Abbott e Rutherford (2005), "talvez nunca tenha sido tão extremo. Porém, na última década, tem-se verificado uma tomada de consciência crescente acerca do património científico por parte dos artistas e vice-versa".

Para Leonardo da Vinci (1452-1519), a Ciência e Arte completavam-se constituindo a actividade intelectual (Kanashiro, 2003). Embora seja improvável encontrar hoje um verdadeiro artista-cientista como Leonardo da Vinci, entre os cientistas, por exemplo, há romancistas, poetas, pintores escultores e outros artistas. A propósito da aparente contradição de ser biólogo e romancista, Mawer (2005) fala da lógica e dos factos dos cientistas e da imaginação e fantasia dos escritores que os separam em pólos opostos por uma fronteira ainda hoje difícil de atravessar. Porém, também se pode pensar como Braumann (2003) "que os cientistas pintam um quadro do mundo estimulados pela sua própria imaginação. (...) Por vezes é a própria natureza que nos surpreende..."

Se para Álvaro de Campos “O binómio de Newton é tão belo como a Vénus de Milo...”, não serão também belas as equações de Maxwell pela sua simetria e interdependência dos campos eléctrico e magnético? E a estrutura da molécula de benzeno que o imaginário de Kekulé inspirou na visão da dança da serpente que morde a cauda? E os fractais que retratam formas e fenómenos da natureza? “É difícil encontrar fractais sem se ficar seduzido por eles. Fica-se tocado pela sua estranha beleza, algo que é melhor sentido do que enunciado” (Fiolhais, 2003).

A Ciência ainda está muito longe de explicar como respondemos a uma determinada criação artística ou porque apreciamos a beleza. No entanto, a sua presença no dia-a-dia é tão forte que, por vezes, se questiona se não podem ser considerados atributos do próprio trabalho científico. A propósito, ao questionar-se num *blog* de Ciência<sup>1</sup> se “serão os cientistas também artistas?”, Caré (2005) expôs: “a arte surge da vontade de criar. E a Ciência porque surge? Não é da vontade, tantas vezes apaixonada, dos cientistas em criar novo conhecimento? Ninguém o disse, no entanto presumo que, sendo assim os cientistas são também artistas, enquanto produtores de algo novo, que não era até então conhecido”. Crato (2005) comentou: “creio que há algo de verdadeiro na ideia de que alguns bons matemáticos e alguns bons cientistas são também uma espécie de artistas, na medida em que no seu trabalho transmitem elegância e criatividade. Mas creio que é um pouco abusivo dizer que estão a fazer criação artística e imagino que os artistas não gostem muito dessa ideia”.

Muitos autores já reflectiram sobre as proximidades, as diferenças e as (as)simetrias entre Ciência e Arte (Massarani, Moreira e Almeida, 2006). A Arte e a Ciência representam a realidade de maneiras e com linguagens diferentes e, do nosso ponto de vista, são fundamentalmente distintas, embora com aspectos comuns. Segundo Fiolhais (2006), “a arte tem em comum com a ciência a criatividade e a procura do belo, embora o façam por caminhos diferentes. A arte tem a capacidade de tocar as pessoas ao transmitir sentimentos e emoções. Não admira por isso que a cultura científica, que é a ciência no seio da sociedade, encontre um meio privilegiado de expressão através da arte”. Como expressões de cultura, ambas partilham a criação

---

<sup>1</sup> Realçamos a importância dos *blogs* de ciência como meio eficaz de comunicação onde já se começa a dar espaço ao debate sobre o binómio arte-ciência.

e a produção de conhecimento. Segundo Zanetic (2006), o filósofo Bachelard (1884-1962) que contrapunha o espírito científico ao espírito poético, “reconhecia ser possível revelar os segredos do mundo, ou seja, construir conhecimento, não só através de conceitos científicos mas também através de imagens poéticas e literárias”. A Ciência pretende dar uma representação mental dos processos que decorrem objectivamente na natureza, aumentando o nosso conhecimento através da interpretação que faz do mundo em que vivemos. A arte, aliada à subjectividade, afirma a pintora Noronha (2006), “não pretende explicar o universo mas pretende questioná-lo, repensá-lo e mostrá-lo através de uma linguagem que lhe é própria. A arte dá-nos uma visão do universo que se renova sempre com o olhar de um novo espectador”.

Os cientistas trabalham em questões com respostas. Para os artistas a questão é muitas vezes mais interessante do que a resposta e esta muitas vezes não existe. A Ciência tem sido sempre uma fonte de novas ideias e, com elas, os artistas prosperam. As Artes e Humanidades, por sua vez, oferecem às Ciências uma reserva essencial de ideias, imagens, metáforas e linguagem (Lightman, 2005).

A Ciência e a Arte, constituindo duas formas complementares do pensamento humano, com metodologias próprias, “nutrem-se do mesmo húmus, a curiosidade humana, a criatividade, o desejo de experimentar. Ambas são condicionadas pela sua história e o seu contexto”(Massarani *et al.*, 2006). É claro que servimos mal qualquer pesquisa em Arte e Ciência se o nosso critério for superficialmente a influência da Ciência na Arte ou a influência da Arte na Ciência” (Kemp, 2005). No entanto, não podemos deixar de referir dois exemplos associados a dois momentos marcantes da história de arte: a perspectiva no Renascimento e o nascimento da arte moderna no início do séc. XX (Shearer, 2002). No primeiro caso, a invenção da perspectiva na pintura renascentista originou uma mudança radical da concepção espacial: o espaço infinito. Reis, Guerra e Braga (2006) analisam relações entre a perspectiva e a construção da nova Ciência que surgiu durante a revolução científica, percebendo que a Arte ajudou a Ciência a trilhar os novos caminhos. Os desenhos que Galileu fez da Lua como a viu na sua luneta ou os desenhos anatómicos de Leonardo da Vinci são disso exemplo. A perspectiva permitiu fazer uma representação muito realista do mundo que nos rodeia, através de observações empíricas e dos seus registos

fidedignos, contribuindo para uma nova concepção de Universo. No segundo caso, vários desenvolvimentos da Ciência no início do século XX – a Teoria da Relatividade, a Física Quântica, etc – produziram fortes impactos na arte daquela época, como é o caso da influência das teorias de Einstein no cubismo de Pablo Picasso (1881-1973), da teoria do caos de Henri Poincaré (1854-1912) na pintura modernista de Marcel Duchamp (1887-1968) e do indeterminismo da Física moderna na obra surrealista de Dali (1904-1989).

Zanetic (2006) insiste na aproximação entre a Física e a literatura, através da presença da Ciência na literatura ou de previsões científicas feitas por grandes escritores: os escritores com veia científica e os cientistas com veia literária. Este autor analisa as relações da Física clássica com escritos de alguns autores como Edgar Allan Poe (1809-1849) e Emile Zola (1840-1902), e da Física moderna com obras de Fiódor Dostoiévski (1821-1881) e William Faulkner (1897-1962), entre outros. Kestler (2006) apresenta a obra científica do poeta alemão Johann von Goethe (1749-1832), avaliada e interpretada à luz da sua visão de harmonia entre homem e natureza, assim como da complementaridade entre espírito e matéria.

Actualmente, a apropriação da Ciência pelos artistas traduz-se numa fonte inesgotável de inspiração para a criação artística. A *sciart* ou *arte-ciência* utiliza a arte como instrumento de reflexão sobre a Ciência. O uso da Ciência pela Arte e o diálogo entre ambas é o reflexo natural dos avanços científicos observados nas últimas décadas (Noronha, 2006). Os conceitos científicos servem de inspiração na criação artística e exploram-se os materiais, métodos e técnicas utilizados na investigação. São exemplos trabalhos de Noronha (2006) de colagem de fotocópias de filmes de sequenciação de ADN com tinta acrílica sobre tela.

A *bioarte*, envolvendo a manipulação de seres vivos e o próprio corpo, é outra vertente da arte-ciência. São exemplos as criações artísticas com animais geneticamente modificados ou com culturas de bactérias e corantes.

### **Arte e Ciência de mãos dadas**

Apesar das diferenças e divergências, a Arte e a Ciência, interagem cada vez mais constituindo uma área dinâmica. Um número crescente de instituições, de

artistas e cientistas envolvem-se em projectos em que a Arte e a Ciência procuram caminhar de mãos dadas.

No Brasil, desde 2002, da iniciativa da Fundação Oswaldo Cruz, três Simpósios têm debatido a integração entre Arte e Ciência, a partir da apresentação de actividades que incluem teatro, artes plásticas, música, cinema e outras formas de expressão artística da Ciência (Massarani, Ramalho, Rocque, Meirelles, Oliveira e Araújo-Jorge, 2006).

Fundado em 1998, com o propósito inicial de usar a ciência computacional, o Art Science Research Laboratory é uma instituição novaiorquina onde equipas de historiadores da arte, artistas e cientistas, entre outros profissionais, trabalham a realizar pesquisas e actividades para a educação em Arte e Ciência, partilhando conhecimento e metodologias (Shearer, 2006). Na mesma cidade, a programação de Science & the Arts<sup>2</sup>, iniciativa de Science Outreach Series no Graduate Center, inclui teatro, arte, música e dança que estabelecem pontes entre os mundos da Arte e da Ciência.

No Reino Unido, o programa *SCIART*, da iniciativa de Wellcome Trust, financia desde 1996, projectos experimentais que envolvem a colaboração de artistas e cientistas no sentido de utilizar as artes na exploração de temas científicos. Estes projectos arte-ciência pretendem estimular o pensamento crítico e o debate nas duas disciplinas e envolvimento do público em temas éticos, sociais e culturais da ciência biomédica contemporânea.

Entre nós, Arte e Ciência dão as mãos para criar um conjunto inovador de trabalhos de investigação entre artistas e cientistas. A Agência Ciência Viva e o Ministério da Cultura, através de Instituto das Artes, criaram, no passado mês de Março, uma parceria para dar corpo ao “Programa Rede de Residências: Experimentação Arte/Ciência e Tecnologia”. Este programa que contempla arquitectura, artes visuais, dança, design, musica, teatro e actividades pluridisciplinares, pretende criar um novo campo de intervenção artística e melhorar a

---

<sup>2</sup> <http://web.gc.cuny.edu/sciart/index.htm>

divulgação da Ciência. O objectivo desta iniciativa consiste em fomentar o intercâmbio entre cientistas e artistas, visando a produção de obras de arte de inspiração científica e tecnológica.

Nesta década, a integração das artes está bem patente nos projectos da Artak (Wallace, 2006), concretizados em exposições e outros eventos envolvendo Arte e Ciência. Da primeira exposição, “Spectacular bodies, Art and Science of the human body from Leonardo to now”, ao projecto actual “Universal Leonardo A Celebration of Leonardo da Vinci's Art, Science and Technology”, está presente o trabalho de Leonardo da Vinci como elemento unificador das Ciências e das Artes.

Com projectos menos ambiciosos, alguns Museus e Centros Interactivos de Ciência têm sido desafiados a implementar exposições e outras actividades que relacionem Arte e Ciência. No Brasil, dois exemplos: o espaço *Ciência em cena* do Museu da Vida da Fundação Oswaldo Cruz, com a exposição *Sentidos da Vida*, laboratórios de percepção, teatro,... (Gardair e Neves, 2006); a exposição *Portinari Arte e Ciência*<sup>3</sup> é composta de 14 módulos, nos quais são apresentadas 30 réplicas de obras de Candido Portinari associadas a um conjunto de actividades de Arte, e educação – experiências científicas, oficinas de arte, ... De maneira lúdica e criativa, pretende-se despertar nos visitantes a compreensão de fenómenos científicos por meio da arte.

Em Portugal, referimos como exemplo duas exposições que responderam ao desafio de integrar Ciência e Arte. No primeiro caso, no ano passado, o Observatório Astronómico de Lisboa apresentou a exposição de joalharia<sup>4</sup> *Diálogos entre Arte e Ciência*, um desafio ao desenvolvimento de trabalhos de joalharia com base no magnífico acervo de instrumentos científicos, na sua maioria do séc. XIX. Este jogo criativo envolvendo objectos materiais de Ciência e de Arte serve de mote a um debate mais alargado sobre as possibilidades de diálogo entre estas duas formas superiores da actividade humana. No segundo caso, na exposição *O Sol do pintor. Olhares transversais*<sup>5</sup>, em exibição no Museu de Física da Universidade de Coimbra,

---

<sup>3</sup> <http://www.ccs.saude.gov.br/portinari/Index.htm>

<sup>4</sup> <http://www.oal.ul.pt/index.php?link=destaque&id=50>

<sup>5</sup> [http://www.fis.uc.pt/pt/noticias/showit\\_noticias.php?ftshw=osoldopintor.txt](http://www.fis.uc.pt/pt/noticias/showit_noticias.php?ftshw=osoldopintor.txt)



com a colaboração do Museu Machado de Castro, os visitantes podiam ver, em diálogo, pinturas do Museu Nacional de Machado de Castro e instrumentos que pertenceram ao Gabinete de Física da Universidade de Coimbra, “a propósito da relação – mais emotiva ou mais racional – que o homem estabeleceu com o visível através dos séculos, numa viagem que recua até à Idade Média”. Integrou, ainda, módulos interactivos sobre a luz e a cor, criados pelo Exploratório Infante D. Henrique – Centro Ciência Viva de Coimbra. Anteriormente, “e como a Ciência é uma componente de cultura não independente de outras, a Poesia, a música e o teatro constituíram também importantes marcos do 10º aniversário do Exploratório” (Gil, 2006).

## **Ciência e Artes visuais**

É já um lugar comum dizer-se que uma imagem vale mais que mil palavras, e, se é difícil comunicar Ciência, a imagem tem sido talvez o melhor recurso da Arte ao serviço da Ciência, seja ela criada com este propósito ou não.

A ilustração científica, por exemplo, surgiu dessa necessidade de comunicar Ciência. “A preocupação primária é o rigor científico, os aspectos estéticos são cuidadosamente tidos em conta de modo a não interferir com o conteúdo e apenas melhorar a sua transmissão” (Marques, 2006).

A chamada fotografia científica, exibindo imagens artísticas criadas durante o processo de investigação científica tem procurado divulgar e promover a Ciência em laboratório.

Sem comparação com as ilustrações científicas, quer na forma quer no rigor com que são apresentadas, a imagem através de desenhos e esquemas apelativos tem sido outra forma artística não menos importante a que a divulgação científica recorre, seja ela escrita ou audiovisual. Quem não se lembra das belas imagens nos livros da colecção “O corpo humano” ou da série televisiva ou em vídeo “Era uma vez... a vida” que, de uma forma lúdica, explicava como funcionava o corpo humano?

O cinema tem permitido à Ciência o uso de filmes como instrumento de observação, material didático de educação científica e, principalmente, meio de expressão e veículo formador do imaginário social acerca da Ciência (Oliveira, 2006). No início do século passado, produziram-se vários documentários e filmes escolares, dedicados sobretudo à Zoologia e à Botânica. Dois exemplos bem conhecidos: as filmagens do fundo do mar feitas por Jacques Cousteau e a série *Cosmos* de Carl Sagan.

Apesar de ser mais um meio de entretenimento, o cinema tem servido a Ciência, sobretudo através de filmes de ficção científica. No entanto, as representações da Ciência no cinema são variadas e, para além das já referidas, podemos exemplificar: reconstruções de casos reais de descobertas, como no filme *O óleo de Lorenzo* usado no ensino da genética e método científico (Vilas-Boas, 2006); filmes de biografias de cientistas, como a do matemático John Nash em *Uma mente brilhante*; filmes cujos enredos ilustram teorias, como a psico-neurologia de Henri Laborit em *O meu tio da América*; filmes que tratam da Ciência no sentido amplo de visão de mundo, contrapondo a lógica racional frente a padrões culturais, como em *O nome da rosa*; filmes com histórias sobre desafios tecnológicos reais como no *O aviador* (Oliveira, 2006).

## **Ciência e Teatro**

Outra forma de promover a cultura científica é levar para o palco temas ligados à Ciência. Como explica Fiolhais (2006) “Ciência em palco significa trazer a ciência para diante dos nossos olhos, para o palco das nossas atenções, fazê-la passar para a sociedade. É, portanto, uma forma, uma das melhores formas, de fazer cultura científica.” Nós acrescentaríamos como Costa (2007) que a “ciência em palco é uma forma privilegiada de unir as duas culturas, de abrir as portas da comunicação que urge escancarar para que a ciência permeie a sociedade, seja discutida em mesas de café e, como consequência, obste ao proliferar de obscurantismos sortidos.”

Os espectáculos de teatro com Ciência abordam temas científicos e ou biografias de cientistas. Fiolhais (2006) refere que alguns “clássicos do *teatro científico* (expressão que se entende, mas decerto inadequada, pois o teatro, como qualquer outra forma artística, pouco tem de científico mesmo quando aborda temas de Ciência) são as

peças em língua alemã *Galileu* de Bertolt Brecht, sobre a vida do grande sábio italiano, *In der Sache J. Robert Oppenheimer*, de Hainer Kipphardt, sobre o físico norte-americano que dirigiu a equipa científica do projecto da bomba atómica, *Os Físicos* de Friedrich Dürrenmatt, uma comédia em que Newton e Einstein são malucos internados num manicómio, ou mais recentemente, e em língua inglesa *Copenhaga*, de Michael Frayn, *Einstein*, de Gabriel Emanuel, e *QED* (sobre Richard Feynman), de Peter Parnell". A montagem brasileira das peças *Einstein* e *Copenhaga*, inseridas no projecto *Arte e Ciência no Palco*, com um sucesso bastante inesperado, foram as precursoras de uma nova forma de divulgação da Ciência no Brasil (Palma, 2006 e Kanashiro, 2003).

Em Portugal existem já cinco teatros onde se realizam peças com conteúdos científicos. Um projecto de Teatro e Ciência desenvolvido pela companhia do Teatro Trindade de Lisboa, surgiu em 2000 a propósito do Ano Mundial da Matemática. O primeiro espectáculo, *Falha de cálculo. Problema? Qual problema?* procurou abordar de uma forma lúdica e pedagógica a aplicação da matemática às situações do quotidiano. Outras representações se seguiram: *Hipotenoses*, *O homem que via passar as estrelas*, *Proof*, *O último tango de Fermat*, *Picasso e Einstein*, *Esse espermatozóide é meu!*, *Os últimos dias de Sócrates* e *Os sonhos de Einstein*. Segundo o director Fragateiro (2000), este projecto propunha-se "trabalhar sobre três das dimensões do conhecimento que actualmente mais fascinam e desafiam o homem e o fazem pesquisar: uma no seu interior, o cérebro e os mecanismos de produção de pensamento cujo conhecimento nos dará a possibilidade de compreender as múltiplas potencialidades do ser humano que não estão ainda a ser inteiramente utilizadas; uma outra, exterior ao homem, ao seu mundo, que é o universo que tanto nos fascina e nos inquieta, um universo que nós, enquanto corpo de que somos parte inteira ainda que insignificante, temos que entender para sabermos quais são os seus mistérios e as suas potencialidades, e, finalmente, o nosso quotidiano e o mundo em que vivemos, a sua qualidade de vida, num processo de defesa e manutenção de um mundo ou da nossa Terra Pátria, como refere Morin, onde a felicidade seja possível" (Fragateiro, 2000).

Em Maio último, estreou no teatro A Barraca a peça *Darwin e o canto dos canários cegos*, a respeito do trabalho daquele cientista sobre a evolução das espécies (Costa, 2007).

Em Coimbra, a criação de peças de teatro sobre temas científicos tem conquistado, nesta década, o interesse de vários grupos de teatro da cidade. É disso exemplo, o número zero da revista *Partilha de Cena*, uma nova publicação semestral, da autoria da MAFIA - Associação Cultural de Coimbra, dedicada ao tema *Teatro e Ciência*. Contém os textos de três peças já encenadas e da autoria das companhias que constituem a federação: do grupo Marionet, *Evolução dos Corpos Celestes* de 2001, sobre a evolução da Cosmologia desde Ptolomeu até Galileu; do Camaleão, *Flatland*, uma adaptação do romance de Edwin A. Abbott, *A geometria em cena*; do Projecto BUH!, *Câmara Escura*, uma peça sobre a luz e a fotografia.

O teatro académico de Gil Vicente (TAGV) tem sido palco de algumas destas criações de teatro de tema científico: *60 minutos com Brecht* encenada por Clovis Levi, *Physicomic* (uma co-produção do Museu de Física e o do grupo Encerrado para Obras, encenada por David Cruz e *LED – viagem ao interior num computador* e *Bengala dos cegos: o descobrimento de Pedro Nunes*, com texto e encenação de Mário Montenegro, pela Marionet.

Esta ligação ciência-teatro, tem contado com a colaboração da Universidade ou de instituições a ela ligadas que têm um papel na divulgação científica. O *Nariz*, baseado no conto de Gogol, é um exemplo de colaboração do Exploratório Infante D. Henrique com o grupo Marionet. Esta peça, que contava a história de um homem que perdia o olfacto sendo depois ajudado pelas personagens “Ciência” e “Teatro” na recuperação deste sentido, foi apresentada no ano em que Coimbra foi Capital Nacional da Cultura. A peça *Os Lusíadas no Zoológico*, também deste grupo de Teatro, foi preparada especificamente para o Museu Zoológico da Universidade de Coimbra. A companhia Encerrado para Obras, é outro dos exemplos de colaboração, com o Museu de Física e com o Exploratório. Em Junho, a propósito do dia mundial da criança, esta companhia exibiu, no Exploratório e no TAGV, *Clones e Clowns*, focando o tema Genética.

## 3. Ciência e Poesia

### 3.1 Ciência como matéria para a Poesia

A Ciência e, em particular a Física, encontram-se, para muitos, no lado oposto ao da Poesia. Como refere (Fiolhais, 2003a) “são evidentemente diferentes: a Física provém de um mundo exterior ao passo que a poesia provém de um mundo interior. Mas têm elementos em comum, ambas são expressões da criatividade humana e ambas têm, embora cada uma à sua maneira, um ideal estético”. À Ciência são atribuídos adjectivos como severa, impessoal, desprendida e racionalista, enquanto a Poesia é apelidada de emocional, irracional, imaginativa e eloquente. Arthur Koester era muito crítico com a persistência errada de criar barreiras, académicas e sociais, entre a Ciência e a Arte. A separação cresceu e impediu as pessoas de se sentirem confortáveis em ambos os campos. Ainda na sua opinião, são necessárias “transgressões criativas” para acabar com a “guerra-fria” entre as duas culturas (Watts, 2001).

A ciência poética e a poesia científica devem ter surgido quando as pessoas começaram a escrever poesia e a questionarem-se acerca do mundo que as rodeava (Ouellette, 2006). Assim, uma das tradições mais antigas é a de expressar a Ciência em poesia, como acontecia nos poemas épicos da antiguidade. “Enquanto a maior parte destes diz respeito a heróis da mitologia, muitos tratam temas científicos” (Garfield, 1983). Cerca de sessenta anos a.C., o poeta romano, Lucrécio (98-65 a.C.) escreveu a obra *De Rerum Natura*. É um dos grandes poemas épicos, e é uma descrição extensiva da natureza do seu tempo. O poema trata da natureza humana e religião mas, grande parte é um comentário à teoria atómica de Demócrito, à meteorologia, à astronomia e à origem da vida:

*O universo deve ser infinito em todas as suas partes*

*Por outro lado deve ter limites ou bordas*

...

Para além de Lucrécio houve outros poetas da antiguidade que trataram a Ciência na sua Poesia. Hesíodo, poeta grego da antiguidade escreveu sobre

meteorologia e conselhos para a agricultura. Vergílio (70 – 19 a.C.) na *Geórgicas*, que era um tratado de agricultura, relata métodos agrícolas baseados na astronomia.

No século I d.C. Manilius escreveu o *Astronómica*, onde aparecem cálculos astronómicos em verso. A teoria de Ptolomeu aparece na *Divina Comédia* de Dante (1265-1321).

Segundo Forbes (2005), quem em criança sintia curiosidade e paixão por tudo o que o rodeia, só tem três opções: tornar-se cientista, escritor ou pintor. São três maneiras de compreender o mundo natural e é raro encontrar as três numa só pessoa. O mais perfeito, se não o único exemplo, foi Leonardo Da Vinci. Ele pegava num fenómeno e tentava esgotar todas as possibilidades de o tratar. Por exemplo, estudou o fenómeno da turbulência na água porque necessitava de o pintar. Fez esboços e tentou formalizá-lo desenhando círculos (o formalismo matemático ainda não tinha sido introduzido, só o foi com Galileu e Newton). Finalmente também tentou descrevê-lo por palavras (Forbes, 2005). Nesta época histórica, o exercício da racionalidade ainda envolvia a partilha e contextualização de saberes, a inscrição histórica do conhecimento, uma dimensão que o positivismo do triunfante se encarregou de desvalorizar ou ignorar, pelo menos até meados do século XX.” (Cachapuz, 2007)

Foi no início da Revolução Industrial que começou a soar a discórdia entre poetas e cientistas. Pensadores científicos começaram a criticar a Poesia e a apelidá-la de não científica e falsa. Já anteriormente, o próprio Newton (1643-1727), quando interrogado sobre a Poesia, considerava-a como “uma espécie de disparate astuto”. Por outro lado, os poetas começaram a achar que a Ciência se estava a intrometer no seu território e a retirar a beleza à natureza. D. H. Lawrence (1885-1930) afirmou “o conhecimento matou o Sol, transformou-o numa bola de gás com manchas”. Entre os poetas começou também a crescer o sentimento de que a Ciência era perigosa. Verlaine (1844-1896), poeta francês, comparou a prática científica ao apanhar do fruto proibido:

*Irmãos não toqueis na voraz ciência*

*Aquela que da vinha proibida procura roubar*

*A fruta sangrenta não devemos conhecer*

Wordsworth (1770-1850) descrevia os cientistas como “aqueles que hão de espreitar e botanizar as campas das próprias mães”.

Apesar das divergências, durante a maior parte da história houve sempre cientistas e poetas a entenderem que a Poesia e a Ciência se complementavam. As posições extremistas, de cada um dos lados, apareceram várias vezes ao longo da história de acordo com as circunstâncias. Às discordâncias em relação à dicotomia traçada por Snow, contrapõe o escritor americano John Burroughs, para quem “o verdadeiro poeta e o verdadeiro cientista não se estranham” (Vogt, 2003).

A obra de William Shakespeare tem sido examinada cuidadosamente na busca de conteúdos científicos, e vários livros têm sido escritos sobre o assunto. Por exemplo, em *O comerciante de Veneza*, os versos “A fruta mais fraca / cai mais facilmente ao chão” têm sido sugeridos como uma referência à selecção natural. Shakespeare sofreu a influência da revolução astronómica que ocorreu no século XVI. Para Mourão (2006) “Hamlet é uma antecipação da nova ordem universal, assim como a posição que a humanidade iria ocupar a partir desse século”.

Enquanto muitos poetas recorriam à Ciência como fonte de ideias e imaginação, o contrário, cientistas que escreviam Poesia, também existiu. Erasmus Darwin, avô de Charles Darwin, era médico, físico, filósofo e naturalista, escreveu longos poemas, seguindo o exemplo de Lucrecio, onde tentou descrever todo o conhecimento da sua época sobre a natureza. Hoje em dia não é raro encontrar Poesia em publicações científicas (Garfield, 1983). Em Portugal, António Gedeão é o exemplo mais significativo de cientistas com veia literária, escrevendo Poesia com Ciência. Vitorino Nemésio exemplifica um escritor com veia científica.

O objectivo da Ciência e da Poesia é explorar a natureza dos fenómenos. Isto é, explorar o desconhecido (por exemplo o nosso lugar no Universo), prolongar ligações e relações (Campbell, cit em Watts, 2001).

A atenção disciplinada e o uso sistemático da linguagem, na observação e percepção sensorial do dia-a-dia, são meios para encontrar as realidades escondidas, tanto utilizados pela Ciência como pela Poesia. A Poesia é uma *destilação* da experiência e portanto, neste sentido, partilha muitos aspectos com a Ciência. Ambas partem da observação e tentam fazer uma síntese que represente cuidadosamente, de

uma forma tão sucinta quanto possível, o objecto da sua observação. O objecto de ambas emana da observação. A observação poética é mais do que uma metodologia de investigação rigorosa, tem, por exemplo, uma componente de auto-observação e referências míticas que adicionam “camadas” de percepções e de perspectivas que são difíceis de encontrar na Ciência. No entanto, a Poesia e a Ciência podem ambas contribuir para a familiarização de conceitos, factos, princípios visados por ambas (Watts, 2001).

As palavras são uma das ferramentas da Ciência. Esta serve-se de modelos linguísticos, metáforas e analogias que facilitam a indução a partir da experiência, promovendo a reflexão, a compreensão, a descrição, a explicação e a previsão (Watts, 2001).

Os poemas são criativos, imaginativos, brincam com as palavras ou a linguagem. Tais poemas permitem aos aprendizes familiarizarem-se com a linguagem e os códigos da Ciência.

Segundo Gaston Bachelard, a imaginação não é simplesmente reprodutora das impressões da percepção, ela define-se essencialmente como uma potência a gerar novas imagens. Nessa qualidade, essa é uma potência de visão, uma potência visionária, que faz ver o invisível. (Bachelard, 1942, p. 23-24, cit em Benmasour, 2005). É justamente a essa potência que Bachelard denomina Poesia: a visão originária, visão que precede a experiência e o conhecimento, as imagens e as narrativas; e é nessa qualidade que Bachelard chama a psicanálise de exploração que visa exumá-la (a Poesia). Neste sentido a Poesia procede do inconsciente, do imaginário, e isso não se dá certamente através da “escrita automática” (Benmasour, 2005).

“Contemporâneo do Surrealismo, da Teoria da Relatividade e da Física Quântica, a partir deles, Bachelard elaborou a sua filosofia da Ciência e das Artes, partindo da imaginação criadora intrínseca aos processos do fazer e da fruição artística enfatizando a poética do mundo e da matéria como instância provocadora, que pode tornar-se poesia, arte, corpúsculo ou onda. Bachelard estuda as transformações da noção de matéria, vendo-a como fulcro dos processos criativos da razão, na Ciência e nas imagens, na Poesia e nas Artes. Transformar o conhecimento, o homem e o próprio mundo através dos actos de conhecer e de imaginar são ideais bachelardianos.” Com esta proposta, Bachelard valoriza o homem na sociedade como



produtor de Ciência, Tecnologia e Poesia, conferindo-lhes igual valor na criação de um pensamento, ao mesmo tempo racional e imaginativo, capaz de produzir mudanças no conhecimento e no próprio homem. Razão e imaginação, ligadas, respectivamente, à Ciência e à Poética, completam-se. Vendo esta última como instância fundamental da imaginação da matéria e das coisas, ele estende à arte a dinâmica desse processo. Embora a Arte, como produto cultural, se cristalice no plano sensível através da matéria e da técnica, e a Ciência, no plano de pensamento formal, destrua a natureza e construa outros fenómenos, é preciso não perder de vista que ambas advêm de uma criatividade transformadora. Para Bachelard a Arte, como vertente poética, baseia-se nos processos imaginativos e no trabalho da matéria, retomando sempre o imaginativo através do espectador activo. Já a Ciência cria fenómenos a serem estudados muito além do plano empírico, construindo universos formais (Caruso, Carvalho e Freitas, 2002).

A invenção e a imaginação tornaram-se um factor importante para expressar a compreensão emergente e os pensamentos incompletos. Segundo Campbell (1998,1999, cit em Watts, 2001) este fenómeno deve-se ao facto de tanto a Poesia como a Ciência explorarem o pensamento inconsciente para criar beleza, andar pelas fronteiras do simétrico e assimétrico e imitação e inovação. Quando novas ligações são estabelecidas entre as ideias, ambas, Ciência e Poesia, têm o momento *eureka*, é então que se cria uma nova metáfora. Ambas usam a linguagem com muito cuidado. A Poesia usa-a para possibilitar ao leitor várias ideias, enquanto que a Ciência procura diminuir a ambiguidade. (Watts, 2001)

Aprender e divulgar Ciência têm uma dimensão cognitiva. Os sentimentos e as emoções moldam as atitudes, gostos, disposição e motivação para aprender. As mudanças do enquadramento interpretativo, que envolvem as alterações conceptuais da aprendizagem em Ciência e da disposição para aprender, podem ser promovidas pela riqueza e impacto emocional das imagens poéticas. (Watts, 2001)

Na opinião de Forbes o prazer de ler um poema de Ciência é similar a partilhar os mistérios da natureza. Não se aprende Ciência na leitura de uma poesia, mas é bom por vezes falar da Ciência numa linguagem elevada (Forbes, 2005).

Quando se fala de 'Poesia e Ciência' surge, de imediato, a ideia de poemas de Ciência, mas esta união pode ajudar-nos a olhar para a Ciência sob um ângulo diferente. Ler um artigo científico que nos abra novos horizontes pode ter um efeito similar ao de ler um bom poema pela primeira vez (Forbes, 2005).

A Poesia é uma via para tentar reconciliar aspectos diferentes e contraditórios da vida, é um outro ponto de vista, uma forma de visão estroboscópica ou pelo menos uma outra perspectiva. James Watson não é poeta, mas quando escreveu sobre o seu trabalho na dupla-hélice deu uma perspectiva diferente comparada com a do famoso artigo da *Nature*. As pessoas ficaram espantadas e deliciadas porque ele contava uma história de cariz humano, embora continuasse a falar de Ciência. Uma cultura científica que evita uma tal aproximação e insiste em que apenas os artigos científicos são importantes, não é uma cultura: seria um formalismo pedante que enlouqueceu (Forbes, 2005).

No entanto, na opinião de Forbes, embora admita parecer-lhe terrível dizê-lo, uma grande parte daquilo que é Ciência ainda resiste à Poesia. As conclusões sonantes atraem os poetas, mas o processo da Ciência está demasiado *acoitado* para se ajustar à narrativa poética. O ADN é neste momento um dos *ícones* da Ciência, e há poemas acerca dele, mas a verdadeira Ciência que lhe está por detrás, como, por exemplo, a replicação do ADN (experiência de Meselson-Shahl), não é objecto dos poetas (Forbes, 2005).

Os assuntos tratados na Poesia vão desde os seres vivos, ao vasto domínio da Física até às ferramentas da Ciência (Ouellette, 2006).

De que falam então os poetas quando escrevem sobre Ciência? A representação científica é explicada apelando a relações miméticas. O mimetismo está incontornavelmente perto da Poesia: o ser parecido, a palavra “como”. A parecença é a palavra estratégica da Poesia para abraçar o mundo físico. Transforma o grande em pequeno e o pequeno em grande. No entanto, pode também importar da Ciência o seu rigor. A Ciência e a Poesia podem ainda encontrar-se no humor, é uma “fórmula” utilizada por alguns cientistas (Forbes, 2005).

Na opinião de Barata (2006), a obra poética é produto da inspiração e do trabalho de um poeta artista que martela, arredonda, elimina e modifica a matéria-

prima. “Mas é nessa onda de inspiração e de trabalho que são decerto arrastados os elementos do imaginário de cada artista, elementos esses que, mesmo moldados pela imaginação, são arrancados da realidade, traduzem as marcas de um *real* que é a terra e os elementos. Se bem que alterados, ou com traços de imaginação, tornam-se reconhecíveis por uma realidade comum, mesmo sob o ponto de vista particular”.

## 3.2 Metáfora em Ciência e na Poesia

### Metáfora no texto científico

Uma das explicações para não nos apercebermos da existência significativa de metáforas na nossa linguagem do dia-a-dia prende-se com o seu uso disseminado. É frequente usarmos expressões como *alma negra*, *ganhar uma batalha em tribunal*, *o confronto que opõe o governo aos sindicatos* ou *engolir uma derrota*, sem nos apercebermos que estamos a usar uma metáfora. Este e outros conceitos estão vulgarizados na nossa cultura. Parece, assim, que a metáfora não é uma figura de retórica, mas sim uma operação cognitiva. “A metáfora não está restrita ao campo da palavra, mas estaria estritamente ligada tanto ao pensamento como à acção” (Pessoa, 2005).

Aristóteles definia metáfora como o exercício de uma capacidade inata, que denunciava um espírito perspicaz, capaz de “ver o semelhante”. Para Bachelard (1989), é “o fenómeno da alma poética. É ainda fenómeno da natureza, uma projecção da natureza humana sobre a natureza universal”.

Apesar do significado distinto entre temas, a proximidade entre eles faz nascer um novo significado. Veja-se o exemplo da maçã e da Lua na Lei da Atracção Universal. Se a maçã cai sobre a Terra então também a Lua cai, tal como todos os outros corpos. A criatividade científica do trabalho de Newton não se esgota na percepção da metáfora que deu origem a esta descoberta. É, no entanto, evidente que, tal como na Poesia, para originar uma ideia radicalmente nova muito contribuiu a percepção de um significado novo onde se diluiu a rigidez dos significados anteriores. “Articular num discurso ideias afastadas umas das outras provoca a apreensão súbita de um significado novo e a tomada de consciência desta assimilação eidética, deste

parentesco, não parece que se desenvolva com base numa ordem lógica de razões, mas apresenta-se intuitivamente ao espírito, sendo por conseguinte mais uma percepção da ordem do ver do que uma inferência que deriva de uma discursividade consequente” (Brandão da Luz, 1991). Assim, os significados deixam de ser tomados literalmente e a relação que se estabelece entre eles faz surgir um novo sentido que passa a constituir um discurso próprio.

A linguagem metafórica é comum a todo o tipo de produção textual. O texto científico e o texto poético têm sido apontados como situando-se em pólos opostos, estando-lhes subjacente atributos antagónicos como: objectividade / subjectividade, univocidade / pluralidade ou clareza / subjectividade. O uso de linguagem figurada parece, à primeira vista, ser a causa do afastamento dos dois tipos de produção textual.

Niels Bohr escreveu: “quando chegamos aos átomos, a linguagem somente pode ser usada como na Poesia. O poeta não está mais preocupado em descrever factos do que em criar imagens”. Na maior parte dos casos, em Ciência, tem de olhar-se para coisas que literalmente não podemos ver: *quarks*, *quasares*, *ondas de luz*, *partículas* carregadas, *campos* magnéticos, *forças* gravitacionais, saltos *quânticos*, *órbitas de Bohr*, etc. “Estes fenómenos não são literalmente aquilo que dizemos ser” por exemplo “um átomo não salta literalmente de um estado quântico para outro, ..., os electrões não viajam, literalmente, em torno do núcleo do átomo em círculos, tal como o amor não produz, literalmente, dores de cabeça” (Cole, 2002).

A exposição perante o novo, o desconhecido, o descoberto, isto é, o inexprimível, e a necessidade em o registar, faz os cientistas sentirem, tal como o poeta quando cria, a grande limitação que a linguagem quotidiana impõe (Coimbra, 1999). Como refere Cole (2002), “quando se trata de Ciência, ..., ficamos literalmente sem palavras. Assim nascem as metáforas.” Os esporos de plantas que flutuam em água foram descritos como “tarantela” ou ainda como apresentando um “comportamento nervoso” (movimento browniano). Os raios X foram descritos por Gamow como sendo uma “mistura de luz invisível com muitos comprimentos de onda”.

Imaginar significa formar uma imagem na mente, ora imaginar o que não se vê é difícil. Os modelos da Ciência são percebidos a partir da visão do mundo corrente. Seria impossível imaginar o modelo planetário do átomo se ainda se pensasse que a Terra era plana (Cole, 2002). “Como muitos conceitos da ciência são abstractos, os cientistas usam metáforas e criam modelos que os ajudam a compreender e caracterizar o conhecimento” (Rule, Carnicelli e Kane, 2004). A analogia aparece como uma ponte para aquilo que nos é próximo e conhecido. Surge assim como um processo de vinculação, comum à Ciência e à Poesia, a novas realidades e a novos modos de ver o mundo, o homem e as coisas (Coimbra, 1999).

O texto científico recorre a domínios que são geralmente concretos, familiares e bem estabelecidos para explicar domínios novos ou abstractos. Vejamos, por exemplo, o recurso ao conceito de vírus da terminologia médica, existente e bem conhecida, para o alargar ao domínio da informática onde designa um programa informático destrutivo. Este termo entrou nos textos sobre informática, por inexistência de termo próprio, e aí se cristalizou.

As metáforas na Ciência nascem, não para servir um objectivo estético ou expressivo mas, antes, para preencher lacunas terminológicas. O objectivo é que estes termos sejam usados na comunicação e que venham a ser aceites pelos pares do cientista que os introduz. Este processo faz com que a consciência da metáfora se dilua e o termo passe a integrar a terminologia de um determinado domínio científico. Quando falamos em vírus informático não pensamos, nem por um só momento, em doenças do foro médico.

## **Metáfora no texto poético**

Tal como no texto científico, no texto poético as metáforas têm origem em domínios fonte e projectam-se em domínios alvo. Aqui não há uma linguagem própria, pode ser usada qualquer variedade linguística, como por exemplo: jornalística, burocrática, calão, gíria, regional, etc. É criado com uma *intencionalidade* e a sua recepção caracteriza-se pela *aceitabilidade*. Aqui, as analogias, ao contrário das do texto científico, não são explicativas, mas antes expressivas e não reúnem

grande consenso de interpretação. Embora seja admissível uma variedade de interpretações, o próprio texto impõe-lhe limites (Coimbra, 1999).

Enquanto no texto científico, uma analogia bem feita ao fim de algum tempo se vulgariza e passa a ser utilizada por toda a comunidade, no texto poético o criador não espera que outros poetas a utilizem de novo. A sua beleza prende-se com a originalidade e a dificuldade em a repetir.

Tanto o cientista como o poeta empenham-se em encontrar a metáfora mais apropriada. Na Ciência há a necessidade de encontrar a metáfora certa, aquela que traduz com mais precisão uma ideia.

Da mesma forma, os poetas procuram a metáfora que estabeleça correlações inesperadas entre duas coisas diferentes mas que de alguma forma seja exacta. Desta forma, o poeta espera que mais leitores estabeleçam a mesma relação e a *verdade* seja revelada (Landis, 1996).

O mundo real é complicado, mais do que os modelos que se possam criar; por isso, nenhuma metáfora, tanto na Poesia como na Ciência, é realmente necessária.

### 3.3 A Ciência e a Poesia em prática

A Poesia é um excelente meio para estimular o pensamento crítico, pois ela é rítmica e abstracta. Encontram-se exemplos de aproximação entre as duas formas de criação como a seguir se mostra.

Em 1998, Mike Watts (2001) fez um pedido de envio de poemas através de uma base de dados internacional de *mails* e da revista *Science Education*. O pedido destinava-se a professores e educadores de Ciência que usassem poemas nas aulas, que promovessem a escrita de poemas pelos alunos ou que eles próprios escrevessem. Obteve mais de cem respostas que conduziram a uma publicação da colecção com a descrição e discussão dos resultados obtidos com a sua utilização nas aulas de Ciência.

Dois professores universitários e um professor do ensino básico juntaram-se e elaboraram uma aula onde utilizaram a Poesia para aprender sobre minerais. Depois

de apresentar um exemplo de um poema (*Diamond and Tiger Eys*) acerca de um mineral, que contém informação sobre vários aspectos – propriedades físicas, formação, utilizações e outra – foram dadas instruções a alunos do nono ano, para que escolhessem um mineral, o investigassem e escrevessem também eles um poema. A maior dificuldade dos alunos residiu em encontrar as palavras que traduzissem as suas ideias em rima. Cerca de metade dos alunos alterou a sua percepção das Ciências da Terra como resultado da pesquisa que efectuaram para escrever o poema. No final, os alunos afirmaram compreender melhor o que é ser mineralogista e realçaram a paixão que pode ser aportada a um assunto pela Poesia (Rule, Carnicelli e Kane, 2004).

Abrams e Feiler (2002) desenvolveram um currículo que integrava Poesia, de colaboração entre as disciplinas de Línguas e Ciências. Consideram que a experiência foi proveitosa para a aprendizagem dos alunos em ambas as disciplinas.

Gouveia (2004) apresentou uma estratégia pedagógica onde alguns conceitos físico-químicos são explorados a partir da sua imagem poética e integrados numa visão histórica do seu desenvolvimento. Esta estratégia foi elaborada para o anterior programa de 11º ano na disciplina de Ciências Físico-Químicas e, segundo a autora, “permite a exploração de conceitos relativos a ‘absorção e emissão de energia pelos átomos’ (espectro electromagnético, cor, efeito fotoeléctrico, tabela periódica dos elementos)”.

No *Centro Universitário Positivo*<sup>6</sup> em Curitiba, Brasil, professores e alunos desenvolveram um projecto para “ampliar o conhecimento e estimular a criatividade no ambiente académico”. O projecto *Pão e Poesia*, no âmbito da disciplina de Língua Portuguesa, produz, à luz dos grandes paradigmas da literatura, toalhas literárias de papel, nas quais são impressos trabalhos poéticos e gráficos. As toalhas foram usadas para cobrir os tabuleiros das cantinas da Grupo Positivo.

Anne Osbourn (2006) criou o projecto SAW (*science, art and writing*), que se desenvolve com alunos desde a pré-primária até aos treze anos. Começou na Grã-Bretanha, mas neste momento já está disseminado pelo mundo, encontra-se também implementado em escolas dos Estados Unidos, Canada, França, Finlândia, Rússia,

---

<sup>6</sup> <http://www.unicenp.edu.br/>

México, Itália, Alemanha e Suíça. O projecto utiliza imagens da Ciência como inspiração para criar poemas e arte, com o objectivo de encorajar as crianças a compreender Ciência. Une crianças, professores, cientistas, escritores, artista e a comunidade local.

Na disciplina de *Advanced Placement Chemistry* em *Darlington School*, Mark Alber e Rena Patton propuseram aos alunos que escrevessem poesias tendo como base textos simples e experiências de laboratório e que nesse processo se familiarizassem com a natureza das descobertas científicas e com a vida de cientistas. Após quatro anos a trabalhar neste projecto concluíram que tinham conseguido o objectivo de ajudar os alunos a entenderem o lado humano da criatividade científica (Alber, 2001).

O departamento de Educação da Universidade de Lethbrige promoveu uma maratona<sup>7</sup> de Ciência e Poesia. Os alunos dos quarto, quinto e sextos anos poderiam participar executando actividade que os conduziam a progredir. O projecto incluía um manual do professor e os temas visados pertenciam ao curriculum.

Em 1998, o Museu de História Natural da Universidade de *Wisconsin* promoveu actividades de exploração, sobre os animais e os seus habitats, em que os estudantes, que visitavam o Museu criavam poemas com base nos cinco sentidos (Peterson e Ronge, 1998).

O Museu de Ciência de Boston promove a actividade *Poesia no Museu*<sup>8</sup>. A actividade desenvolve-se em grupo de alunos entre os três e os oito anos. O grupo escolhe um objecto da exposição que mais lhe agrada e um ou dois alunos registam em cartões palavras, de preferência nomes, advérbios e adjectivos, que os outros alunos vão dizendo. Quando o grupo conseguir por volta de vinte palavras, dispõe os cartões no chão e constrói um poema livre.

---

<sup>7</sup> <http://www.uleth.ca/edu/currlab/handouts/sciencepoetry.html>

<sup>8</sup> [http://www.mos.org/educators/field\\_trip\\_resources/field\\_trip\\_activities/other\\_field\\_trip\\_activities&d=572](http://www.mos.org/educators/field_trip_resources/field_trip_activities/other_field_trip_activities&d=572)



Queiroz, Lima e Vasconcellos (2004) trataram o tema das estações do ano, explorando elementos da Ciência e da Arte, incluindo a Poesia, como forma de motivar estudantes ou público de Museus de Ciência e Tecnologia a compreendê-lo.

*The Science Poetry Center* tem um sítio<sup>9</sup> na Internet onde qualquer um pode colocar poemas sobre Ciência. A página inicia-se com uma imagem inspiradora que muda todos os meses.

*Concurso internacional de poesia científica 2007*, promovido pela *Science Education Review* para alunos entre os 9 e 11 anos, 12 e 14 anos e mais de 15 anos. O concurso destina-se a alunos de todo o mundo e é promovido a partir da Austrália. O vencedor de cada categoria recebe um certificado e um troféu. Há também prêmios para o melhor poema de cada país participante e todos os poemas são colocados on-line na página da *Science Education Review*<sup>10</sup>.

Para celebrar a *Semana Nacional da Ciência 2005* e o *Ano de Einstein*, A *British Association for the Advancement of Science* lançou um concurso de poesia<sup>11</sup> inspirada no tema do trabalho de Einstein.

O *Boston College* promove há dezoito anos o *Concurso Ciência e Poesia de Massachusetts*<sup>12</sup>. Destina-se a todos os estudantes do nível K-8.

---

<sup>9</sup> [http://www.mcn.org/ed/CUR/cw/Science\\_Poetry/Poetry.html](http://www.mcn.org/ed/CUR/cw/Science_Poetry/Poetry.html)

<sup>10</sup> <http://www.scienceeducationreview.com/poetcomp.html>

<sup>11</sup> [http://www.ecsite-uk.net/news/e\\_news/enews\\_dec04.html](http://www.ecsite-uk.net/news/e_news/enews_dec04.html)

<sup>12</sup> <http://www.bc.edu/schools/lsoe/poetry/>



## 4. Pontes Ciência – Poesia

### 4.1 Metodologia

O trabalho que desenvolvemos centrou-se na criação de actividades multidisciplinares, na maioria concretizadas e avaliadas como se refere a seguir.

#### **As actividades**

Começou-se por uma leitura de vários livros de Poesia de poetas portugueses do século XX. Foi lida toda a obra de poética de António Gedeão, Fernando Pessoa e seus heterónimos, Adília Lopes, Carlos de Oliveira e parte das obras de Vitorino Nemésio, Eugénio Lisboa e José Saramago. Seguiu-se a escolha de dez poemas, resultante de uma combinação afectiva (gosto pessoal) e do cruzamento com conhecimentos anteriores da autora. Foram então escolhidos *Doze signos do céu o Sol percorre* de Fernando Pessoa, *O burro puxa o carro* de Adília Lopes, *Lágrima de preta*, *Catedral de Burgos*, *Poema para Galileu*, *Pastoral*, *Pedra filosofal* e *Mãezinha* de António Gedeão, *Física* de José Saramago, *ADN* de Vitorino Nemésio e todo o livro *O Ilimitável Oceano* de Eugénio Lisboa. Assim, de entre todos os poemas lidos, foram seleccionados aqueles que poderiam dar origem a uma combinação mais feliz entre Poesia e Ciência numa perspectiva experimental. Estes dez poemas serviram de ponto de partida para a criação de actividades no binómio Poesia – Ciência. A concepção destas actividades teve em conta a formação científica anterior e experiência profissional em divulgação científica da mestranda. Os poemas escolhidos foram integrados em actividades com Ciência, desmontados em experiências, combinados com outras artes e multimédia, utilizados para fazer um jogo de tabuleiro, ou como base de um programa informático. Deu-se, assim, ênfase à variedade e criatividade de combinações possíveis.

Por outro lado, foi também tido em conta o facto de termos acesso a meios físicos e institucionais que permitiram pôr em prática as actividades propostas. Estas instituições incluíram o Exploratório Infante D. Henrique – Centro Ciência Viva de Coimbra e o Museu de Física da Universidade de Coimbra.

## Procedimentos e estrutura analítica

Depois de concebidos os binómios, procedeu-se à implementação e avaliação de sete deles, enquanto os três restantes são apresentados como exemplos.

Cada uma das actividades decorreu com a nossa supervisão e exclusivamente com os participantes no estudo, individualmente ou em pequeno grupo. Cada indivíduo foi submetido a uma única actividade.

Com vista à recolha de informação que nos permitisse avaliar as actividades, utilizámos: entrevista, observação e questionários.

Na primeira actividade, com o poema de Fernando Pessoa *Doze signos do céu o Sol percorre*, os dezoito participantes foram entrevistados. Optámos por uma entrevista semi-estruturada, partindo de um conjunto de questões-chave: Já reparou que está aqui um poema? Já o leu? Acha estranho que um poema esteja aqui, num local de divulgação da Ciência? Encontra palavras ou ideias próprias da Ciência? A leitura do poema levanta-lhe alguma pergunta?

Todos os entrevistados foram informados, previamente, dos objectivos das entrevistas e aceitaram sem qualquer objecção que estas fossem gravadas em cassetes áudio. Posteriormente, forem feitas as respectivas transcrições para facilitar o processo de análise.

As respostas dadas por cada um dos intervenientes foram agrupadas em categorias de descrição que se apresentam na secção “resultados” a que se refere esta actividade.

Na segunda actividade, com o poema de José Saramago, *Física*, pedimos aos participantes que escrevessem três palavras que traduzissem o que sentiram ao realizar esta actividade.

Para as restantes actividades elaborámos fichas de registo de opiniões (em anexo). Utilizando escalas de Likert, apresentaram-se quatro afirmações a cada participante e pediu-se-lhe que, para cada uma, expressasse a sua opinião numa escala de 5 opções, em que a escolha 5 correspondia a concordar completamente, a escolha 1 a discordar completamente e a 3 ao valor neutro da escala (nem concordo nem discordo).

A primeira destas afirmações, do domínio cognitivo, diferiu conforme a actividade. As restantes mantiveram-se inalteradas: “2- Considero feliz a união entre

a Poesia e a Ciência nesta actividade”; “3- Gostava de realizar esta actividade com outros amigos ou familiares, como por exemplo, alunos, pais, filhos ou netos”; “4- Com a realização desta actividade, passei a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência”.

Com base em ícones expressivos, foi-lhes pedido, também, para escolherem uma das três expressões faciais que melhor traduzisse o que sentiram ao realizar cada actividade. No final da ficha, o participante dispunha de um espaço destinado à apresentação dos comentários que entendesse.

A caracterização da amostra foi feita por actividade e baseou-se nos seguintes dados: habilitações literárias, idade e sexo. As fichas de registo de opiniões foram depois numeradas para posterior referência.

A análise destas opiniões, que se apresenta por actividade, foi feita de dois modos: através de gráficos, para as opções de escolha referidas, e por categorização das proposições referentes aos comentários apresentados.

A construção desta ficha e a respectiva análise de resultados baseou-se num modelo de impacto de Museus/Centros de Ciência nas comunidades envolventes (Rennie, 2006), no que se refere ao impacto pessoal. O modelo refere que um Centro de Ciência, no seu funcionamento diário, conta com um suporte financeiro, uma equipa de trabalho e voluntários, produz exposições, actividades, programas, etc que têm, na comunidade, impacto pessoal, social, político e económico. O autor define o impacto pessoal de um Centro de Ciência “como a mudança que ocorre num indivíduo como resultado do seu contacto com um Centro de Ciência”, incluindo factores como: orientação de carreiras, competência profissional, experiência social, aprendizagem de Ciência, mudança de atitudes perante a Ciência e satisfação pessoal.

Focámos a nossa atenção nos últimos três indicadores.

Utilizámos, ainda, a técnica dos *incidentes críticos* para complementar a recolha de dados no decorrer das actividades. Trata-se de uma observação ocasional. O critério de selecção dos comportamentos registados teve em conta a sua pertinência. Estes registos constituem “descrições detalhadas e precisas de um comportamento específico e da situação que lhe deu origem” (Estrela, 1984).

Para facilitar a leitura, a análise dos resultados e a caracterização da amostra em estudo são apresentadas a seguir, por actividade.



## 4.2 Binómios Ciência-Poesia

### Actividade 1 - Doze signos do céu o Sol percorre

#### Poema

##### *“Doze signos do céu o Sol percorre”*

*Doze signos do céu o Sol percorre,  
E, renovando o curso, nasce e morre  
Nos horizontes do que contemplamos.  
Tudo em nós é o ponto de onde estamos.*

*Ficções da nossa mesma consciência,  
Jazemos o instinto e a ciência.  
E o sol parado nunca percorreu  
Os doze signos que não há no céu.*

Fernando Pessoa (*in* Pessoa, 1978)

#### Sobre o Poema

No poema, Fernando Pessoa começa por dizer que o Sol percorre os doze signos que há no céu, referindo-se às constelações do zodíaco que, na esfera celeste aparecem sob a eclíptica (Fig. 1), e que o Sol percorre todos os dias. “Nasce”, isto é, o Sol aparece todos os dias num extremo do “horizonte do que contemplamos”, porque a outra parte da Terra não vemos, e “morre”, isto é, desaparece para nós. Há aqui uma alusão à sucessão dos dias

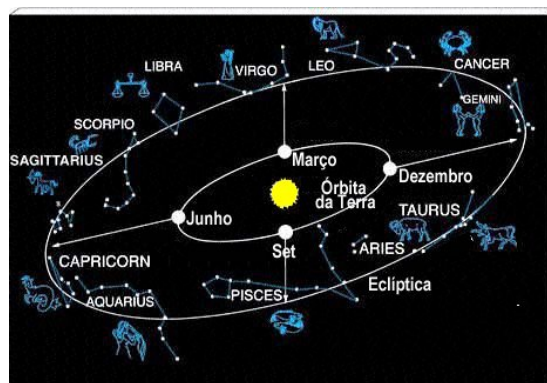


Figura 1- Eclíptica

e das noites. Tudo interpretamos a partir das observações que fazemos e estas são consequência do referencial onde estamos, como o poeta diz “tudo em nós é o ponto onde estamos”. Visto deste modo parece ser o Sol que se move e a Terra estar parada, e ser o movimento do Sol a dar origem à sucessão dos dias e das noites. No entanto, tudo não passa de construções e interpretações que fazemos com base no que

intuímos – “instinto” – e naquilo que aprendemos – “ciência” –. Pois, como Fernando Pessoa afirma, tudo não passa de “ficções da nossa mesma consciência”, porque afinal o “Sol parado nunca percorreu os doze signos que não há no céu”. Na verdade, é a Terra<sup>13</sup> que se move à volta do Sol, de acordo com o modelo heliocêntrico de Copérnico, facto que ainda hoje é difícil aceitar pelo senso comum. Porém, não é a translação da Terra em torno do Sol que é o “inverso” do movimento aparente do Sol em torno da Terra, mas sim a rotação desta em torno do seu eixo. É este movimento de rotação da Terra que origina a sucessão dos dias e das noites e o movimento aparente do Sol. Então numa negação da primeira quadra, Fernando Pessoa afirma que, nem o Sol se move nem há doze signos no céu. Estes são apenas agrupamentos aparentes de estrelas que os astrónomos da antiguidade imaginaram com forma de pessoas, animais ou objectos.

## **Objectivos**

- Motivar o público para realizar a actividade que lhe é proposta.
- Reconhecer que a Ciência e a Poesia são duas formas do engenho humano e duas expressões da cultura.
- Identificar pontes conceptuais entre ambas.

## **Material**

Poema e fotografia do Sol sobre um pano preto

---

<sup>13</sup> No concurso “ De Coimbra ao Sol... Em Estafeta Cultural”, promovido pelo Exploratório e integrado nas comemorações da Semana Cultural da Universidade de Coimbra no Ano de 2007, numa pergunta onde os concorrentes tinham de saber distinguir os movimentos de translação e rotação da Terra e as consequências deles, dos quinze grupos participantes, oito, não conseguiram escolher a resposta certa.



## Procedimentos

Este poema encontra-se exposto num dos cubos (Sol<sup>3</sup>), que o Exploratório dinamiza, no Parque Verde do Mondego (Fig. 2). O cubo tem paredes de vidro. Dentro



Figura 2 – Sol<sup>3</sup>, Parque Verde do Mondego

e em redor dele desenvolvem-se actividades de astronomia. No exterior fazem-se observações do Sol. No interior é possível observar a vida do Sol e construir vários instrumentos como relógios de Sol, astrolábios, discos de Newton, etc..., que o visitante leva para casa. O poema de Fernando Pessoa está exposto na parede junto com uma imagem do Sol.

Depois de o visitante ler o poema, foi realizada uma entrevista semi-estruturada com um guião curto, pois não era conhecida a reacção que o visitante teria perante um poema, exposto junto com objectos de Ciência, num local onde se divulga Ciência. Evitou-se deste modo condicionar as pessoas que acederam responder, de forma a evitar-se eliminar informação eventualmente importante.

### Guião de Entrevista

Já reparou que está aqui um poema? Já o leu?

Acha estranho que um poema esteja aqui, num local de divulgação da ciência?

Encontra palavras ou ideias próprias da ciência?

A leitura do poema levanta-lhe alguma pergunta?

## Amostra

O estudo incidiu sobre uma amostra de visitantes do Sol<sup>3</sup>, espaço a cargo do Exploratório, no Parque Mondego. Foi efectuado durante dois fins-de-semana.

Nº	Idade	sexo		Nível de escolaridade					Formação académica		Profissão
		M	F	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	Sec	Sup.	Huma- nidades	Ciências	
1	56		x					x		x	Professor
2	43		x					x		x	Professor
3	37		x					x		x	Professor
4	43		x					x		x	Professor
5	28	x				x				x	Serralheiro
6	24	x						x		x	Engenheiro
7	72	x					x			x	Meteorologista
8	44	x						x		x	Direc. Técnico
9	49		x				x		x		Contabilista
10	22	x						x	x		Est. (Port-Ing)
11	20		x					x	x		Est. (artes)
12	38		x					x	x		Professor
13	74	x		x							Motorista
14	24	x					x		x		Empresário
15	7	x		x							Est.
16	69	x						x	x	x	Médico (ex. Prof.)
17	57	x						x		x	Ofic. Marinha
18	41		x					x		x	Professor
TOTAL	18	10	8	2	0	1	3	12	6	11	

## Resultados

A partir das transcrições das entrevistas feitas no Sol<sup>3</sup>, a análise que se segue pretende traduzir os aspectos mais relevantes das respostas que nos foram dadas pelos nossos entrevistados ao interagirem com o poema *Doze signos do céu o Sol percorre*.

Assim, sintetizámos, em quatro aspectos, a categorização das respostas de acordo com a sequência das perguntas feitas sobre o poema:

- *Comentários* sobre o poema feitos espontaneamente pelos entrevistados quando focámos a atenção perguntando: já reparou que está aqui um poema? Já o leu? O que quis dizer Fernando Pessoa?
- *Adequação ao espaço* de divulgação científica - opiniões manifestadas em resposta à questão: Acha estranho que um poema esteja aqui, num local de divulgação da Ciência?
- *Conteúdo científico* identificado pelos entrevistados no poema, quando questionados: Encontra palavras ou ideias próprias da Ciência?

– *Formulação de perguntas* face à leitura do poema, quando solicitados no final da entrevista

### **Comentários sobre o poema**

Nos comentários espontâneos, dois dos entrevistados realçaram o aspecto místico do poema.

“Quando olho para ti... no lado místico, no lado enfim sonhador e de pesquisa do que há além do que a mente conhece.” (1, sup. ciências, F, 56 anos)

“Acho que é um bocado contraditório. Porque nas primeiras quatro frases está a dizer que o Sol percorre os 12 signos e que de onde tudo vai tudo volta e na parte final acho que diz exactamente o contrário. É assim, os 12 signos que não há no céu, portanto, na parte de cima o Sol percorre os 12 signos e na parte de baixo os signos não existem.

Fala da astrologia e da Ciência. *Da astrologia ou astronomia?* (entrevistadora) Não conheço a astronomia, mas a nível dos 12 signos é astrologia de certeza.” (5, 3º ciclo, M, 28 anos)

“O que quer dizer... está a falar dos desígnios do céu que o Sol percorre, não é?” (13, 1º ciclo, M, 74 anos)

Alguns entrevistados estabeleceram uma ligação entre as palavras de Fernando Pessoa e o movimento de translação da Terra em torno Sol, numa interpretação ligada ao conhecimento científico.

“Há ali assim muita coisa. “12 signos do céu o Sol percorre...” não é? Tem a ver, provavelmente, com os meses do ano. Eu penso que é com os meses do ano.” (2, sup. ciências, F, 43 anos)

“Que está a falar dos signos... da ligação com a Ciência e ao mesmo tempo falando da astronomia, não sei.” (4, sup. ciências, F, 43 anos)

“Os 12 signos do céu devem ser os 12 meses do ano, Não? Tem a ver que o Sol num ano... a Terra dá a volta completa ao Sol, não é? Acho que é um bocado por aí, como ele já foi depois do Copérnico, tal é capaz de acreditar que a Terra anda à volta do Sol, acho que é por aí.” (6, sup. ciências, M, 24 anos)

“Eu acho que no fundo há uma interpretação da vida. Passagem do Sol pelos 12 signos significa o tempo que o Sol percorre a sua órbita relativamente à Terra ... “e o Sol parado que nunca

percorre os 12 signos que não há no céu”, porque é evidente que eles estão registados, os 12 signos existem como uma interpretação da esfera celeste.” (7, sec., M, 72 anos)

A maioria associou o poema ao percurso da vida – do nascimento à morte – e à passagem do tempo.

“A natureza tem bastante Poesia. É acerca dos signos e da vida de um modo geral. Nasce e morre...” (3, sup. ciências, F, 36 anos)

“Não é assim simples, como todos os poemas tem muitas leituras... Mas acho que Fernando Pessoa quis dizer que há mais coisas para além daquilo que se vê. No fundo é isso, a vida. As 12 constelações, os 12 signos vêem-se e são mensuráveis. Há coisas que não se vêem e às vezes onde o Sol não passa. E às vezes é isso.” (8, sup. ciências, M, 44 anos)

“Como hei-de explicar-me... no meu ponto de vista está mostrar a evolução da vida, desde o início do ciclo da vida até ao final, (...) como se fosse o pôr-do-Sol o final do ciclo”. (10, sup. humanidades, M, 22 anos)

“Desde Janeiro até Dezembro está a falar do percurso que o Sol tem na nossa vida. Nós vivemos a nossa vida, mas o Sol (pelo menos é aquilo que eu estou a interpretar), nós vivemos a nossa vida, vão passando os anos, nos 12 meses da nossa vida o Sol está lá sempre, mas nós temos que continuar a viver a nossa vida. Pelo menos é a minha interpretação disto.” (11, sup. humanidades, F, 20 anos)

“Fala no curso do rio onde nasce e para onde ele se encaminha – o percurso da vida. Um constante renascer da natureza e do mundo. O nosso despertar para a vida, o fazermos os nossos instintos, o despertar para a Ciência. O despertar para tudo que nos rodeia, portanto a mensagem fundamental é essa.” (12, sup. humanidades, F, 38 anos)

“É o significado do tempo a passar, do percurso, da renovação.” (18, sup. ciências, F, 41 anos)

“Dá-nos possibilidade de irmos, até talvez, onde ela nem podemos ir. Abre-nos portas. Os 12 signos que não há no céu abre-nos uma porta, dá-nos para nós entrarmos em todo o lado e penso que o tempo...” (16, sup. ciências, M, 69 anos)

## **Adequação do poema**

Quando perguntámos aos entrevistados se achavam estranho estar ali um poema, num local de divulgação da Ciência, apenas três não responderam claramente pela negativa.

“Sinceramente não sei. Fernando Pessoa era uma pessoa bastante inteligente, um eloquente, deve saber o que diz”. (14, sec., M, 24 anos)

“Continua a achar estranho não é bem, acho é que não é muito usual ver-se como apresentação de um tema. Agora está relacionado mas não é uma coisa muito usual”. (6, sup. ciências, M, 24 anos)

“Sei lá. É um poema do Sol...” (15, 1º ciclo, M, 7 anos)

Todos os outros não mostraram estranheza relativamente à partilha daquele espaço com um poema.

“Não, não acho. Tudo na vida é poético. Tudo na vida tem poesia, portanto devemos sempre encarar qualquer actividade, por mais física que ela possa ser, por mais mecânica que ela possa ser, há sempre um lugar poético da questão. Não acho estranho, acho normal.” (1, sup. ciências, F, 56 anos)

“Não, para mim há poesia em tudo, em todas as situações. Na vida há poesia e a poesia não é dissociada.” (7, sec., M, 72 anos)

“Não de forma alguma. Porque é uma arte. A literatura fala do mundo, fala da cultura, fala da arte e é todo um conjunto a nível pitoresco, a todos os níveis.” ((12, sup. humanidades, F, 38 anos)

E a maioria exprimiu ligações Ciência-Poesia

“Não, porque eu acho que a Ciência está ligada à Poesia e à escrita. Está tudo interligado, não está nada dissociado.” (2, sup. ciências, F, 43 anos)

“Não, porque a Ciência acho que tem bastante Poesia.” (3, sup. ciências, F, 36 anos)

“Não, porque se pode aliar perfeitamente os poemas e a Ciência. Provavelmente sempre estiveram interligados. *Porquê?* (entrevistadora) Porque é que estiveram interligados? Faz parte. A Ciência é feita por homens e os homens também são, ou têm alguma coisa para dizer...” (4, sup. ciências, F, 43 anos)

“É estranho...? Talvez não, porque a segunda parte fala mesmo em Ciência, e acho que há duas perspectivas diferentes da astrologia e da Ciência. Embora a astrologia não seja uma Ciência, mas se calhar pontos de vista diferentes, não sei.” (5, 3º ciclo, M, 28 anos)

“Não, não. Eu acho que não, há geralmente duas culturas que costumam estar divorciadas. A cultura erudita e a científica e acho que não devia ser tanto assim. Devia haver mais ligação entre as duas até porque elas se influenciam mutuamente.” (8, sup. ciências, M, 44 anos)

“Não, não é estranho. Quer dizer... eu achei 12 signos do céu e deu-me curiosidade para continuar a ler e cheguei ao fim vi que era de Fernando Pessoa. Quando cheguei aqui não me apercebi e achei graça à composição do poema relacionado com a ficção, com a Ciência.” (9, sec., F, 49 anos)

“Não. Não acho, e sobretudo por Fernando Pessoa. Porque enquanto poeta e escritor ele ao criar as personagens das suas próprias obras ele chegava a fazer cálculos matemáticos e científicos e porque as suas personagens eram bastante bem fundamentadas, e se calhar daí a origem deste poema. Para mim não é nada estranho.” (10, sup. humanidades, M, 22 anos)

“Porque a vida... O viver é uma actividade polivalente. Nós ao vivermos estamos a encontrar Ciência, estamos a encontrar a Poesia também. São duas coisas que se chocam, que vivem em conjunto portanto, acho normalíssimo.” (16, sup. ciências, M, 69 anos)

### **Conteúdo científico**

Quando perguntámos aos participantes se encontravam palavras ou ideias próprias da Ciência ou, por vezes, acrescentando se achavam tratar-se de um poema de Ciência, só dois não responderam afirmativamente.

“Estava a ver se arranjava alguma...” (10, sup. humanidades, M, 22 anos)

“Se há palavras de Ciência ali? Não. Então não é um poema de Ciência? (entrevistadora). Não, não. Fala em Ciência, mas não. Por exemplo: “renovam-se ... nasce e morre”. Isso poderá ter alguma coisa a ver com Ciência? Não, não me diz nada.” (14, sec., M, 24 anos)

Alguns voltam a citar a palavra ciência, fazendo ou não considerações acerca dela.

“Acho, porque temos ficções, temos a palavras ciência... mais nada.” (15, 1º ciclo, M, 7 anos)

“A própria Ciência e a própria biologia que está ali no “nasce, morre, renovar, renascer” (4, sup. ciências, F, 43 anos)

“Existe uma palavra que é mesmo Ciência e a nível de outro tipo de palavras que se enquadrem na Ciência... palavras que eu possa dizer que são palavras que se enquadram mesmo com a Ciência, se a astrologia se nomeia Ciência tudo é Ciência.” (5, 3º ciclo, M, 28 anos)

“A palavra ciência, assim não há nenhuma palavra completamente a ver com Ciência. Também não sei se há palavras assim palavras na Ciência que digam que tenham mesmo a ver com a Ciência. Agora tem a ver com o tema que é Astronomia não é?” (6, sup. ciências, M, 24 anos)

“Sim é um poema de Ciência, porque pode ser um quebra-cabeças, não é de certa forma. A nível da linguagem utilizada, que é uma linguagem muito acessível porque todas as palavras são do conhecimento de qualquer pessoa que nem tenha uma cultura. Todas as palavras são entendidas por todas as pessoas, mesmo não tendo um grau de escolaridade muito elevado. A nível do sentido é que poderá ser muitíssimo bem trabalhado e é isso que pretende a literatura. Dizer muito simplesmente qualquer coisa e a partir dessa simplicidade ir à procura de algo que se encontre atrás e de muitíssimos significados para muitíssimas partes...

E é nesse sentido que ele pode ser um poema de Ciência? (entrevistadora)

Exactamente, porque é uma busca constante do mundo que nos rodeia. Portanto é muito intrínseco, está tudo muito...” (12, sup. humanidades, F, 38 anos)

A maioria apresentou referências a termos ou conceitos de Astronomia ou simplesmente ao Sol.

“A própria palavra ciência, o Sol.” (3, sup. ciências, F, 36 anos)

“Sim, porque para já mostramos como a nossa vida sem sabermos sem darmos conta vivemos a par com a Ciência. A Ciência, penso que até nos ajuda a viver. O ar que respiramos. Dá ideia da compreensão com a Ciência. ‘Tudo em nós é o ponto em que estamos’, é uma analogia entre o nascer e a morte do Sol com a nossa vida. A vida está ligada à Ciência.” (16, sup. ciências, M, 69 anos)

“O Horizonte, o Sol, tudo isto são coisas científicas, o instinto (isso é mais metafísico), os signos podem ser Ciência é científico. Pode ser estudada a astrologia.” (1, sup. ciências, F, 56 anos)

“Vejo Sol, a própria palavra ciência, ficções, consciência.” (2, sup. ciências, F, 43 anos)

“Há palavras de ciência. Há coisas que remetem para um... para a trajetória aparente do Sol no céu.” (8, sup. ciências, M, 44 anos)

“É para mim é um poema de Ciência. Tem os signos, tem o Sol... Engraçado que aquela frase ‘e o Sol parado nunca percorreu a velocidade ...’ O que é que ele quer dizer com isso? Os 12 signos que voam no céu... Quer dizer ... faz-nos parar. *Há contradição?* (entrevistadora). A contradição faz-nos parar.” (9, sec., F, 49 anos)

“Acho que é 2 em 1. Ele está a falar também na Ciência. Está a falar no Sol, neste caso o Sol... está a falar no ser humano, naquilo que nós vivemos, nos horizontes que contemplamos. *E palavras de Ciência?* (entrevistadora). Tem muita coisa....” (11, sup. humanidades, F, 20 anos)

“Sim é um poema de Ciência, porque já é um... ora bem... não encontro a forma de me exprimir... Palavras de ciência? O Sol... o percurso... os horizontes, o que contemplamos, tudo em nós é o ponto onde estamos.” (13, 1º ciclo, M, 74 anos)

## **Formulação de perguntas**

As seguintes citações traduzem o modo como apenas alguns dos entrevistados se exprimiram face à nossa questão final: “a leitura do poema levanta-lhe alguma pergunta?”. Os restantes não manifestaram necessidade de formulá-las, embora alguns tenham questionado noutros momentos da entrevista.

“Eu quando olho para aquilo, a única coisa que eu penso é nos... o pontinho no meio deste universo doido no meio de tudo o que está lá e que nós somos o pontinho insignificante no meio disto tudo.

Quem somos nós? Quer dizer... no meio disto tudo, como é que nós estamos aqui, este ser por sua vez com tanta complexidade. O que é que este ser tão complexo, no meio de uma coisa que não tem, enfim que é tão complexa? Milhentas vezes mais complexa, e qual é o nosso papel no meio deste universo monstruoso que temos à nossa volta? É o que me ocorre.” (1, sup. ciências, F, 56 anos)

“Talvez, porque aquele poema...” (2, sup. ciências, F, 43 anos)



“Mas aquilo é um poema sobre Ciência? Partindo do princípio que a interpretação que eu dei é essa, tem a ver um bocado com uma parte da astronomia, não é?” (6, sup. ciências, M, 24 anos)

### **Satisfação pessoal**

O poema chamava a atenção dos transeuntes que o liam e voltavam a lê-lo com entusiasmo. E até comentavam se não fazíamos mais actividades destas.

“Não só passei para ter a certeza que era um poema e ver de que era.” (8, sup. ciências, M, 44 anos)

“Não li o poema, por acaso ainda não tive tempo, mas o diálogo interessou-me logo ver e deparei-me com Fernando Pessoa.” (12, sup. humanidades, F, 38 anos)

“Sim, já reparei... do Fernando Pessoa. É sempre uma coisa muito agradável de ler, vale a pena.” (13, 1º ciclo, M, 74 anos)



## Actividade 2 – Arco-íris

### Poema

#### *“Física”*

*Colho esta luz solar à minha volta,  
No meu prisma a disperso e recomponho:  
Rumor de sete cores, silêncio branco.*

*Como flechas disparadas do seu arco,  
Do violeta ao vermelho percorremos  
O inteiro espaço que aberto num suspiro  
Se remata convulso em um grito rouco.*

*Depois todo o rumor se reconverte,  
Tornando as cores ao prisma que define,  
À luz solar de ti e ao silêncio.*

José Saramago (in Saramago, 1998)

### Sobre o Poema

No primeiro terceto, José Saramago faz o resumo da decomposição e recomposição da luz branca em prismas. Começa por dizer que colhe a “luz solar à sua volta”, numa alusão clara à luz branca que ao passar pelo primeiro prisma se decompõe e de seguida se recompõe, ao passar pelo segundo. “Rumor de sete cores”, isto é, como se as cores se escondessem no “silêncio do branco”.

Na quadra seguinte, fala da dispersão da luz branca. Refere-se à luz branca que atravessa o prisma e ao aparecimento repentino de sete cores, do vermelho ao violeta, num espectro contínuo. Como se aquela luz branca revelasse nem suspiro a sua natureza. Por refração, a luz branca atravessa a prisma e decompõem-se nas sete cores do arco-íris.

No ultimo terceto, José Saramago completa o ciclo com a recomposição das sete cores referindo que “Depois todo o rumor se reconverte”. Isto é, as luzes que vemos das sete cores voltam ao prisma e volta a surgir luz branca, o “silêncio” e o segredo que ela guarda. Novamente a luz, que retorna ao prisma, muda de meio

óptico e sofre refacção, o que faz com que ao sair do prisma seja percebida novamente como luz branca.

### Objectivos cognitivos

- Reconhecer que a luz branca se pode decompor nas luzes das sete cores do arco-íris.
- Reconhecer que as luzes das sete cores do arco-íris quando combinadas são percebidas como branco.
- Identificar a recomposição da luz branca com um segundo prisma
- Reconhecer que refacção da luz branca num prisma tem como consequência a sua dispersão (decomposição).
- Identificar as cores do arco-íris e a sua ordem.

### Material

Dois prismas de vidro. Uma placa com uma fenda. Uma fonte de luz (retroprojector). Um alvo (parede).

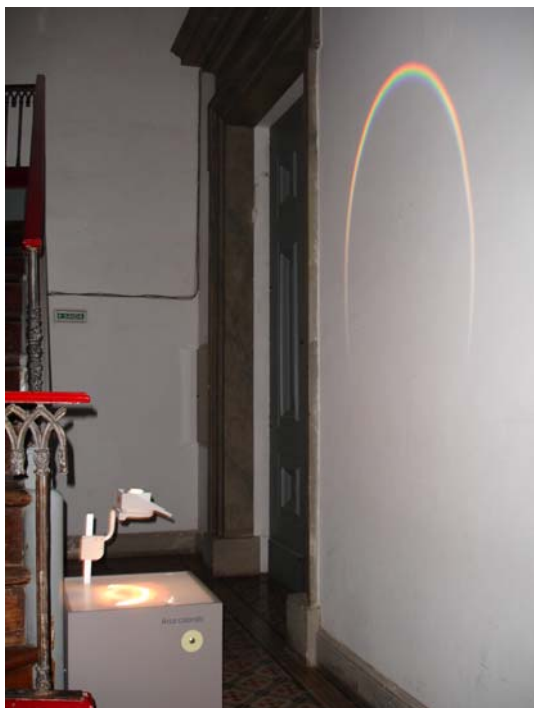


Figura 3 – Arco-íris, exposição Sol do Pintor

### Procedimento

O visitante faz incidir num prisma luz branca de um retroprojector, através de uma fenda, para obter um arco-íris – dispersão ou decomposição da luz (Fig. 3). Depois faz novamente passar a luz que sai do primeiro prisma por um segundo prisma para obter novamente luz branca – recomposição da luz. Quando termina a experiência, é-lhe proposto que estabeleça correspondências entre os versos do poema e frases ou palavras relacionadas com os fenómenos físicos da dispersão e

recomposição da luz branca (ver anexo 1).

Esta actividade foi dinamizada durante a exposição “O Sol do Pintor – Olhares transversais”, que foi construída em parceria com o Exploratório, o Museu de Física da Universidade de Coimbra e o Museu Nacional Machado de Castro. Incorpora obras de arte, objectos do Museu de Física e módulos interactivos. Os módulos interactivos visam a cor e o comportamento da luz perante alguns materiais para melhor entender a pintura.

## Amostra

O estudo incidiu sobre uma amostra de visitantes do Museu de Física. Foi efectuado durante uma semana.

Nº	Idade	sexo		Nível de escolaridade					Formação académica	
		M	F	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	Sec	Sup.	Huma- nidades	Ciências
1	32		x					x		x
2	25		x					x		x
3	35		x					x		x
4	42	x						x	x	
5	37	x						x		x
6	39		x					x		x
7	31	x						x		x
8	25		x					x		x
9	25	x						x		x
10	34		x					x		x
11	32		x					x	x	
12	32		x				x			
13	32		x					x		x
14	23	x					x			
15	35		x					x		x
16	28		x				x			
17	29		x				x			
18	31	x						x	x	
19	24		x					x		x
20	34	x					x			
21	31		x					x		x
TOTAL		7	13	1	0	2	5	12	2	10

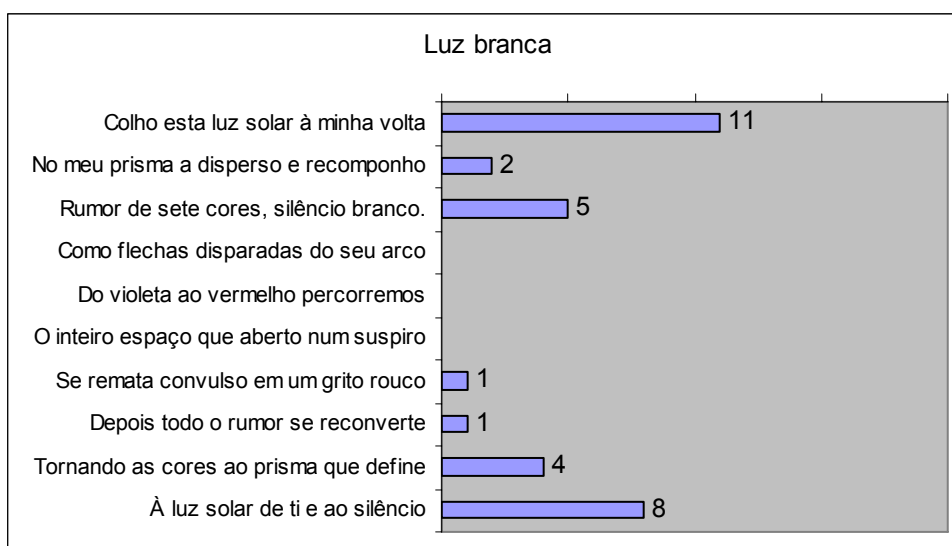
## Resultados

### Aprendizagem de Ciência

Na tabela seguinte registaram-se o número total de relações expressas pelos participantes para cada um dos versos do poema.

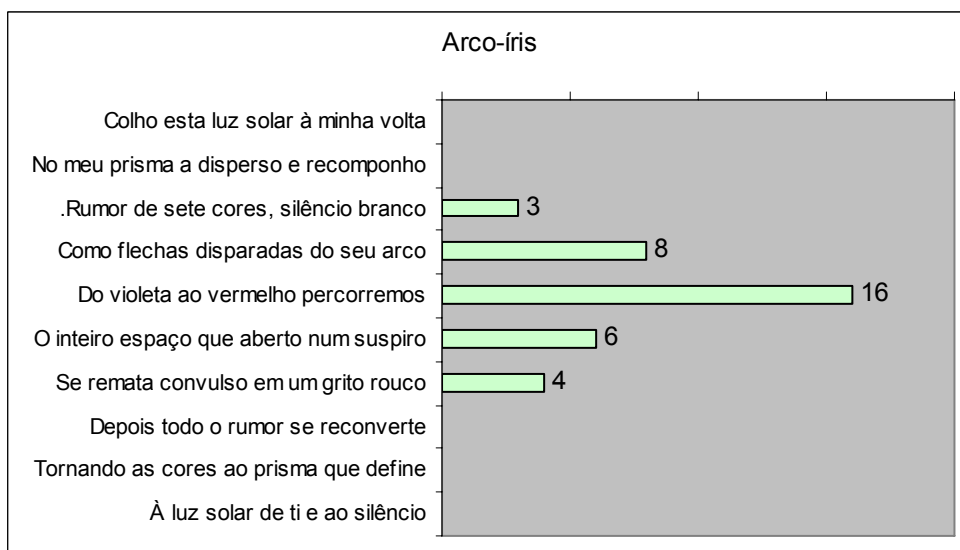
	Luz branca	Arco-íris	Decomposição da luz	Recomposição da luz	Dispersão da luz	Refracção da luz
Colho esta luz solar à minha volta	11		1			2
No meu prisma a disperso e recomponho	2		8	5	5	5
Rumor de sete cores, silêncio branco.	5	3	3	7		3
Como flechas disparadas do seu arco		8	4		2	3
Do violeta ao vermelho percorremos		16	6		2	2
O inteiro espaço que aberto num suspiro		6	2		4	2
Se remata convulso em um grito rouco	1	4			3	3
Depois todo o rumor se reconverte	1		1	10	2	2
Tornando as cores ao prisma que define	4		2	10	1	3
À luz solar de ti e ao silêncio	8		1	4		

O gráfico seguinte traduz a opinião manifestada pelos participantes relativamente à ligação dos versos do poema ao conceito de “luz branca”.



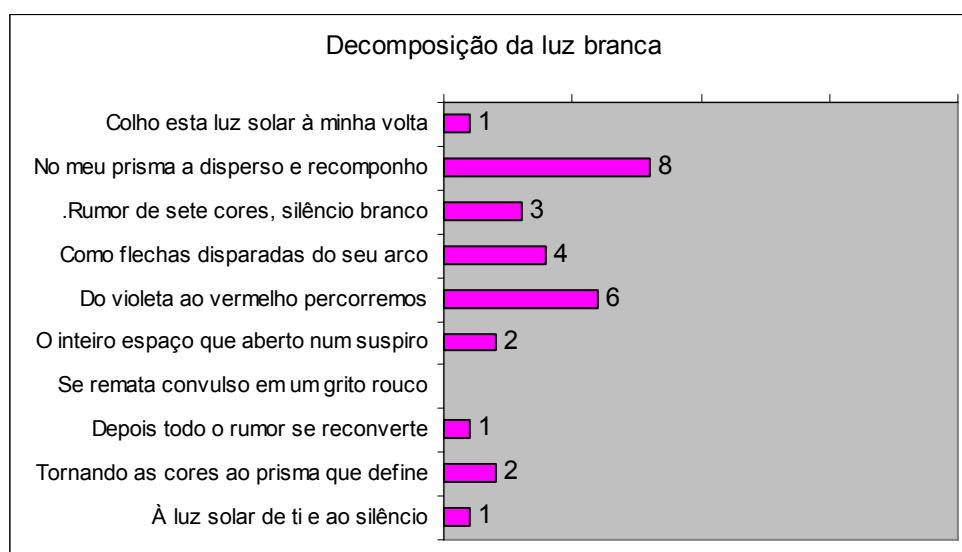
O gráfico mostra que os visitantes não tiveram dificuldade em identificar a luz solar como luz branca, como se refere no primeiro e último versos. Em segundo lugar, optaram pela associação com os terceiro e nono versos que se referem às sete cores das luzes que combinadas constituem a luz branca.

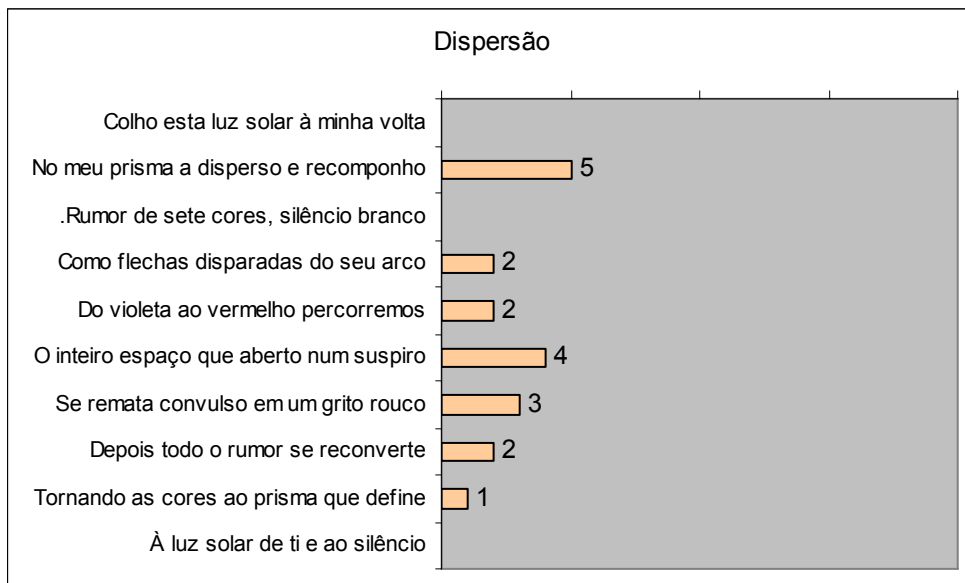
A associação feita pelos participantes entre os versos do poema e o arco-íris é evidenciada no seguinte gráfico.



É, pois, notório o reconhecimento pelos participantes das sete cores e da forma de arco a que se referem os 3º, 4º e 6º versos, mas sobretudo, a identificação da sequência das cores – do violeta ao vermelho.

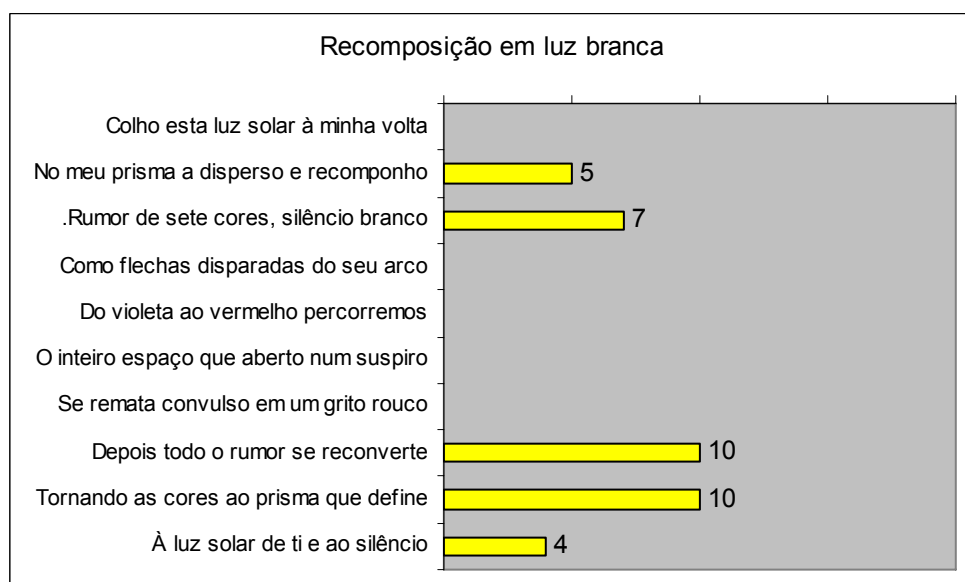
Os gráficos que se seguem traduzem as ligações dos versos dos poemas com os termos de decomposição ou dispersão da luz, duas palavras que identificam o mesmo fenómeno: a separação da luz branca nas diferentes radiações que a constituem.





Ambos mostram que a maioria associou correctamente o segundo verso à decomposição ou dispersão da luz. No entanto, os participantes reconheceram muito menos esta última designação como equivalente à decomposição, dividindo as suas escolhas em vários versos.

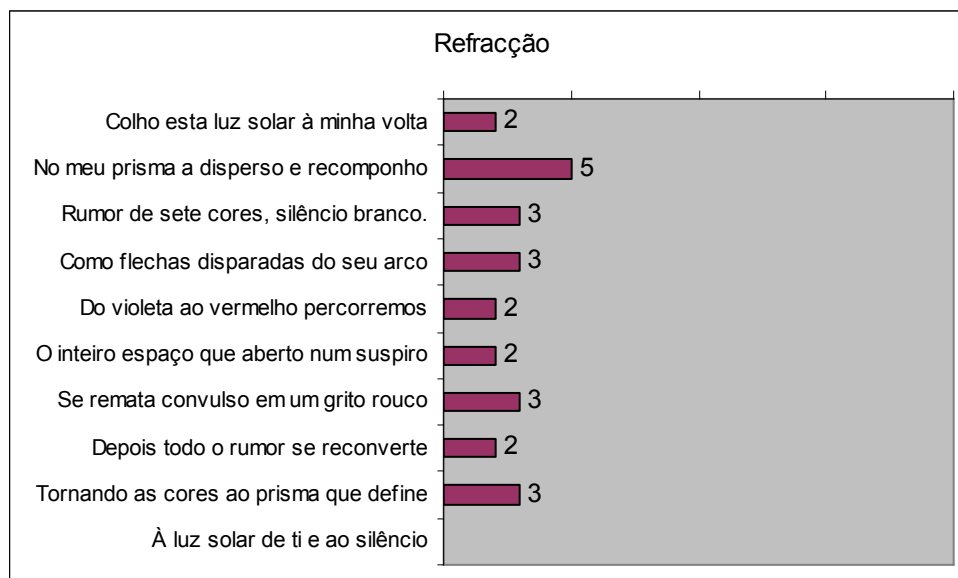
Os gráficos seguintes indicam o número de associações do fenómeno de recomposição da luz aos versos do poema.





Parece-nos, pois, e considerando correctas todas as escolhas indicadas, que os intervenientes não só identificaram como compreenderam o fenómeno que observaram experimentalmente.

Por fim, o gráfico que se segue refere-se às escolhas relativas ao fenómeno de refacção.

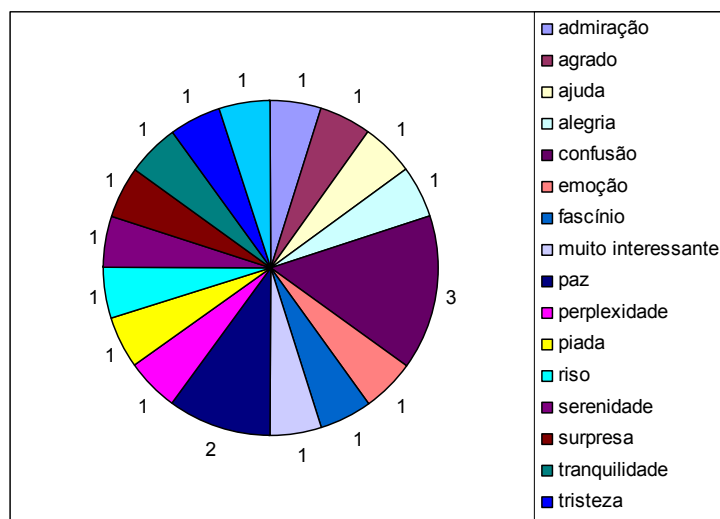


Este fenómeno ocorre quando a luz passa de um meio transparente para outro com refrangência diferente. Quando isso acontece a luz sofre um desvio. Sucede, por exemplo, quando a luz passa do ar para o vidro do prisma ou vice-versa. Não se tendo tornado observável ao participante esse desvio da luz, também não esperávamos que escolhessem a opção correcta, como aconteceu. Embora esta opção tenha sido a mais indicada, a maioria das escolhas foi dividida incorrectamente por vários versos.

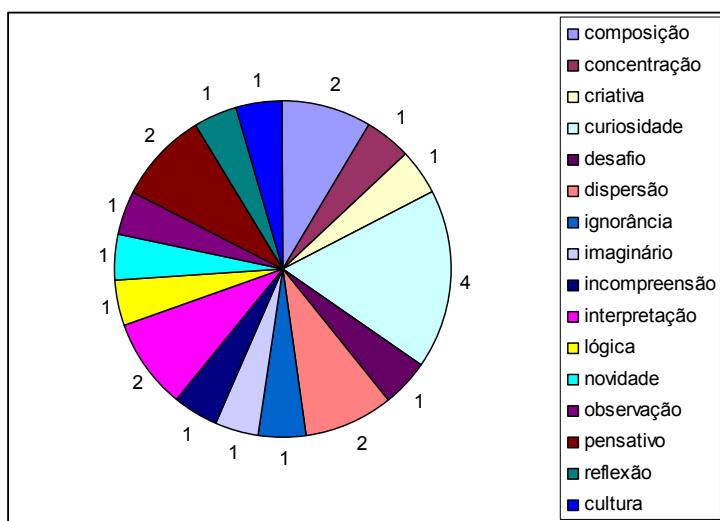
### Satisfação pessoal

Pedimos aos participantes que escrevessem três palavras que traduzissem o que sentiram ao realizar esta actividade.

O gráfico seguinte mostra as palavras escritas que se enquadram no domínio afectivo e que nos parecem traduzir satisfação na realização da actividade.



O gráfico seguinte mostra as palavras escritas que se enquadram no domínio cognitivo.



Apareceram ainda referidas as palavras: acção, infância, oportunidade, poesia, reunião (1); colorido/cores (2) e luz (3).

### Actividade 3 - O burro e o carro

#### Poema

***“O burro puxa o carro”***

***O burro puxa  
o carro  
o carro puxa  
o burro  
graças ao atrito  
que tudo resolve  
do sexo ao ciclôtrão  
o carro anda  
o burro anda  
e a lei da acção-reacção  
não é violada  
mas esta história  
está mal contada***

Adília Lopes (*in* Lopes, 2004)

#### Sobre o poema

Adília Lopes começa por dizer que o “burro puxa o carro e o carro puxa o burro”, isto é identificar cientificamente as interacções que existem entre o burro e o carro como um par acção-reacção (Fig. 4). De seguida afirma que o carro e o burro só andam graças à existência da força de atrito entre eles e o chão, e o mesmo se passa em relação a todos os outros movimentos. No entanto, todas as forças constituem um par acção-reacção, e este caso não é uma excepção, pois como ela afirma “a lei acção-reacção não é violada”. Porém não é graças a este par (cujas forças têm a mesma direcção, intensidade, sentidos opostos e aplicada em corpos diferentes) que o burro e o carro andam, quando diz “mas

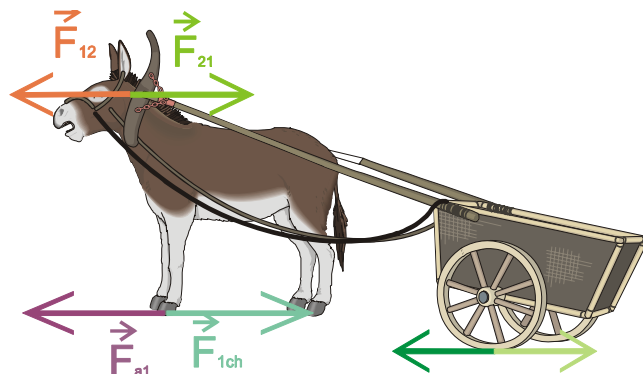


Figura 4 – Pares acção-reacção: burro-carro, burro-chão e carro-chão.

esta história está mal contada”. Se para cada força existe outra igual em módulo e direcção e com sentido contrário, como é que há movimento? Aquilo que aparentemente surge como um paradoxo não o é, já que se estes pares de forças constituem pares acção-reacção e, como tal, actuam em corpos diferentes. O burro exerce sobre a carroça uma força  $\vec{F}_{12}$  e a carroça exerce sobre o burro uma força  $\vec{F}_{21}$  com a mesma direcção e sentido oposto. O movimento da carroça é determinado pela resultante das forças exteriores que actuam sobre ela e não pelas forças que ela exerce.

Considerando agora a interacção entre o chão e o burro. Como o burro empurra o chão para trás ( $\vec{F}_{1ch}$ ), o chão empurra o burro para frente ( $\vec{F}_{a1}$ ), com uma força de igual intensidade e oposta.

O burro avança porque a força exercida pelo chão sobre ele tem intensidade superior à da força com que a carroça o puxa. O atrito é, neste caso, a força que faz com que o burro avance.

## Objectivos cognitivos

- “Sentir” a interacção “burro-carro” como forças internas deste sistema.
- Comparar intensidades de forças, utilizando dinamómetros.
- Identificar e representar as forças que constituam cada par acção-reacção.
- Identificar a força de atrito como a força responsável pelo movimento do sistema “burro+carro”.

## Material

Dois carrinhos (plataformas), dois dinamómetros com escalas iguais, um quadro com o poema escrito, um quadro magnético com um burro e uma carroça desenhados e setas em papel magnético.

## Procedimento

Os visitantes são convidados a ler o poema e a interpretá-lo. Depois de o terem feito deverão identificar, ou serem conduzidos a identificar, a pergunta “porque é que esta história está mal contada?”.

Dois visitantes sentam-se, cada um no seu carrinho, e tentam puxar-se (como diz no poema). De seguida, ainda sentados nos seus carros, puxam-se mas agora presos por dois dinamómetros (Fig. 5). Tal como diz no poema, primeiro puxa o que



Figura 5 – Participantes a medir as intensidades das forças que exerciam um sobre o outro (par acção-reacção).

está sentado no “carro burro” depois puxa o que está sentado no carro carroça. Desta forma podem verificar que cada um deles exerce sempre sobre o outro uma força, e que essas forças não existem separadamente. Estas têm sempre a mesma intensidade, como podem constatar pela leitura dos dinamómetros, a mesma direcção e sentidos opostos. Identificam-nas então como sendo um par acção-reacção. Esta identificação pode ser feita a partir de

conhecimentos anteriores dos participantes ou através da ligação ao poema.

Nesta etapa, os participantes constataam que, por mais que se puxem um ao outro, não se movem; concluem, então, que um deles tem que sair do carro e puxar o outro. Para que o conjunto se desloque, é necessário existir uma força de atrito entre os pés de um deles e o chão.

Para melhor entender o que se passa, o visitante pode “colar” setas no quadro onde está desenhado o burro e o carro (Fig. 6). Deve identificar as interacções que constituem pares acção-reacção e verificar que é a existência de forças de atrito que possibilita o movimento do conjunto dos dois carros.

O visitante lê de novo o poema e verifica se a sua interpretação se modificou e dá finalmente a resposta à pergunta “porque é que esta história está mal contada?”



Figura 6 – Material da actividade “O burro e o carro”.

## Amostra

O estudo incidiu sobre uma amostra de visitantes do Exploratório. Foi efectuado durante uma semana.

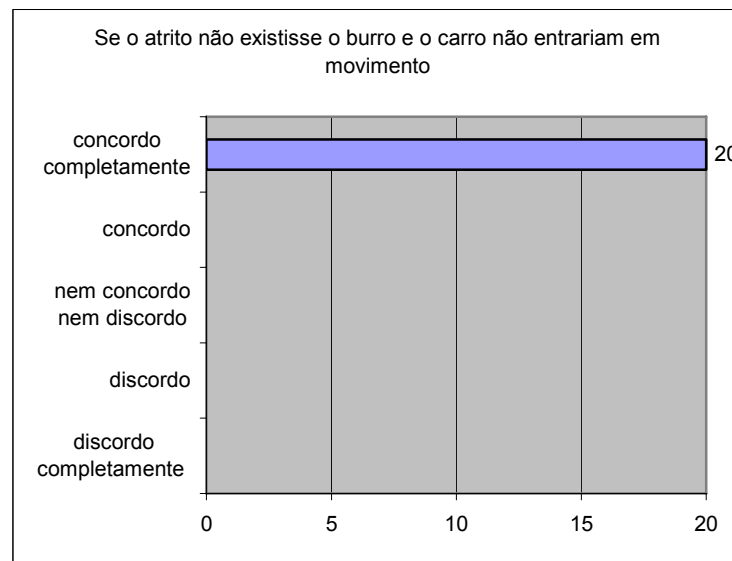
Nº	Idade	sexo		Nível de escolaridade					Formação académica	
		M	F	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	Sec	Sup.	Huma- nidades	Ciências
1	28		x					x		x
2	29		x					x		x
3	31		x					x		x
4	24	x					x			
5	34	x						x		x
6	31		x					x		x
7	30	x						x		x
8	21		x				x			
9	33	x						x		x
10	30		x					x		x
11	15		x			x				
12	15		x			x				
13	20		x				x			
14	30	x						x	x	
15	35		x					x		x
16	10		x	x						
17	19		x				x			
18	48	x						x	x	
19	36		x					x		x
20	18	x					x			
TOTAL		7	13	1	0	2	5	12	2	10

A maioria dos participantes em estudo tem idade superior a 25 anos, é do sexo feminino e tem habilitações literárias a nível superior e da área de ciências.

## Resultados

### Aprendizagem de Ciência

Segundo a opinião manifestada pelos participantes nesta actividade, o nível de concordância ou discordância em relação à afirmação “Se o atrito não existisse o burro e o carro não entrariam em movimento” está descrito no seguinte gráfico:



Verifica-se, pois, que todas as pessoas que realizaram a actividade manifestaram a sua total concordância com aquela afirmação. Assim, podemos concluir que o objectivo cognitivo “Identificar a força de atrito como a força responsável pelo movimento do sistema “burro+carro” foi atingido. Esta conclusão é corroborada com algumas afirmações escritas pelos participantes quando na avaliação lhes era pedido que apresentarem os comentários que entendessem:

“É uma excelente maneira de abordar o atrito, divertida e bastante exemplificativa. Dúvidas que possam existir, podem ser tiradas de uma maneira prática.” (9, sup. ciências, M, 33 anos)

“Esta actividade é interessante para que haja um entendimento deste tipo de forças, essencialmente porque é uma representação do quotidiano de fácil entendimento.” (8, sec., F, 21 anos)

“Experiência útil para cimentar os conhecimentos e para os aplicar a situações concretas.” (10, sup. ciências, F, 30 anos)

Os objectivos “Comparar intensidades de forças, utilizando dinamómetros” e “Identificar e representar forças que constituam cada par acção-reacção”, também foram atingidos, como foi salientado nas opiniões escritas de alguns participantes:

“Foi bastante interessante ver através dos dinamómetros que as forças são exactamente iguais num exemplo da lei da acção-reacção.” (4, sec., M, 24 anos)

“Com a utilização de dinamómetros é mais interessante a realização da actividade. A grande dificuldade é perceber que a história está mal contada” (3, sup. ciências, F, 31 anos)

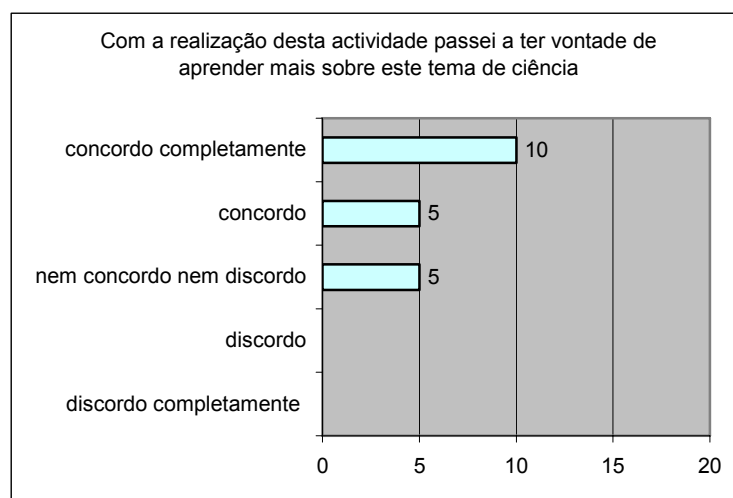
Um participante salientou o facto de o senso comum ser contrário à lei da acção-reacção, isto é, parece não ser trivial a ideia de que as forças se exercem aos pares.

“Esta actividade demonstra que o senso comum, em problemas de Física, não está por vezes correcto cientificamente.” (5, sup. ciências, M, 34 anos)

Durante a realização da actividade, este participante identificou as interacções entre o burro e a carroça como forças internas do sistema burro-carro. Todos os outros, embora não o tenham expressado verbalmente, sentiram necessidade de o participante que assumia o papel de burro sair do carro para que o conjunto se deslocasse, isto é, verificavam que era necessário que sobre o sistema se exercesse uma força exterior. Assim, parece-nos que o objectivo “*Sentir a interacção burro-carro como forças internas do sistema*” foi alcançado.

### Mudança de atitudes perante a Ciência

O gráfico que se segue traduz em que medida os participantes, com a realização desta actividade, consideram que passaram a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência:



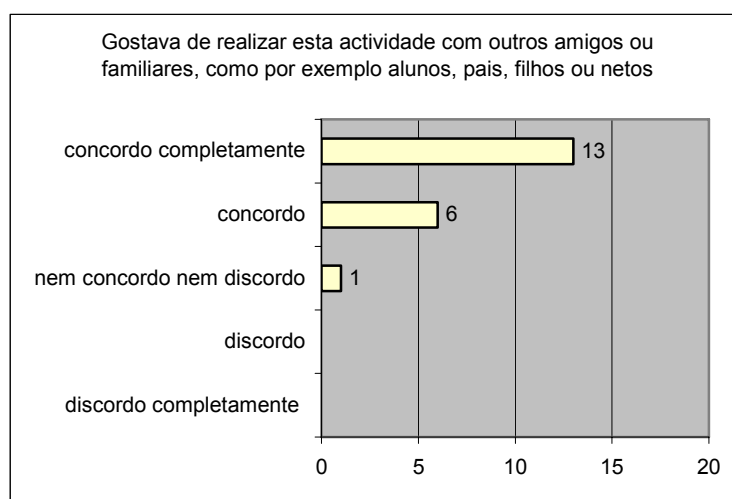


Nenhum dos participantes mostrou discordar da afirmação “Com a realização desta actividade passei a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência”. A maioria assinalou que concordava plenamente com ela. Parece-nos que a actividade proporcionou uma motivação para uma futura aquisição de conhecimentos sobre o tema de Física em questão como é expresso na afirmação de um participante:

“Embora este assunto não fosse novidade para mim, senti necessidade de saber porque é que existe força de atrito.” (15, sup. ciências, F, 35 anos)

### Satisfação pessoal

O número de escolhas dos participantes relativamente ao gosto em realizar esta actividade com outros amigos ou familiares está representado no seguinte gráfico:



Constata-se que as opções “concordo” e “concordo completamente” foram praticamente as escolhidas, o que parece traduzir o interesse da maioria dos intervenientes na realização da actividade. Este interesse parece ser confirmado pela atitude de alguns visitantes que se acercavam do local onde decorria a actividade, começando por observar e depois perguntavam se também podia fazer. Dias depois, um dos intervenientes solicitou-nos o material para realizar esta actividade num curso de Inglês em que era formando.

A opinião dos participantes quanto à união entre a Poesia e a Ciência nesta actividade está descrita no gráfico que se segue:

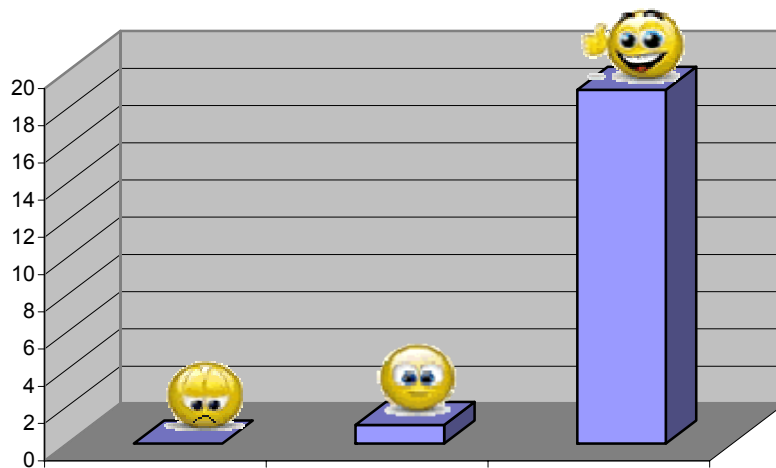


Metade dos participantes concordou plenamente que a união entre Ciência e Poesia nesta actividade é uma união feliz e ninguém discordou. Um dos participantes chegou mesmo a expressá-lo por escrito:

“Penso que terá sido uma união bem pensada, Poesia e Ciência, uma vez que hoje em dia há uma tendência para a especialização. É interessante por vezes recuar um pouco e voltar a associar áreas tão distintas do conhecimento” (1, sup. ciências, F, 28 anos)

Uma criança de 9 anos, que não quis preencher o inquérito, quando interrogada se queria saber como se chamava o par de forças que o burro e a carroça exerciam um no outro, respondeu que já sabia, era acção-reacção. Quando se lhe perguntou como sabia, respondeu que tinha lido no poema. Parece-nos poder concluir que esta criança estabeleceu uma ligação correcta entre o poema e a Ciência nesta actividade.

O gráfico seguinte indica o número de escolhas dos participantes relativamente às expressões faciais que traduzem o que sentiram ao realizar a actividade:



A terceira expressão facial foi largamente escolhida, o que na nossa opinião parece traduzir uma grande satisfação dos participantes.

Os comentários que os participantes apresentaram por escrito referem-se sobretudo ao nível da satisfação pessoal, como é manifestado nas opiniões escritas:

“É giro o jogo... Foi uma experiência muito bonita. Adorei!” (11, 3º ciclo, F, 15 anos)

“É engraçada, gira para as crianças se divertirem “ (12, 3º ciclo, F, 15 anos)

“Gostei muito. É bastante interessante “ (13, sec., F, 20 anos)

Dois dos participantes encararam mesmo a possibilidade de utilização desta actividade como motivação que pode levar alunos à aprendizagem das ciências:

“Este tipo de actividades devia ser aplicado nas aulas de ciências, de forma a incentivar mais os alunos. Gostei muito. “ (6, sup. ciências, F, 31 anos)

“Actividades interessante para colocar nos manuais. “ (7, sup. ciências, M, 30 anos)



## Actividade 4 - Olhar e ver

### Poema

#### *“Catedral de Burgos”*

*A catedral de Burgos tem trinta metros de altura  
E as pupilas dos meus olhos dois milímetros de abertura.*

*Olha a catedral de Burgos com trinta metros de altura!*

António Gedeão (in Gedeão, 2004)

### Sobre o Poema

António Gedeão faz, neste poema, três afirmações. A primeira, no primeiro verso, é que “A catedral de Burgos tem trinta metros de altura”, a segunda é que as pupilas dos seus olhos têm dois milímetros de abertura. A terceira é: “Olha a catedral de Burgos com trinta metros de altura!”, isto é, com apenas dois milímetros de abertura de pupila consegue ver a catedral de Burgos com trinta metros de altura. Talvez o próprio António Gedeão tenha tentado fazer com que o leitor levantasse a questão: como é isso possível, se a catedral é tão grande e a pupila tão pequena? Com a catedral de Burgos iluminada, de cada ponto (O) sai luz em todas as direcções (Fig. 7). Se à pupila, com dois milímetros de abertura, chegar parte da luz vinda de cada ponto da catedral é, então, possível ver a catedral.

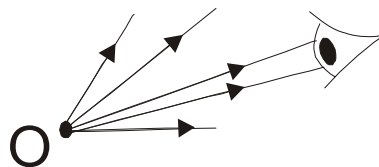


Figura 7 – Modelo de visão.

Porém, podemos continuar a interrogar-nos: mas o que é isso de ver a catedral? Para “ver” a catedral o nosso cérebro tem de a perceber. Para isso, a luz que chega à pupila, difundida pela catedral, atravessa o sistema córnea-cristalino, formando uma imagem invertida na retina, na parte de trás do globo ocular. Na

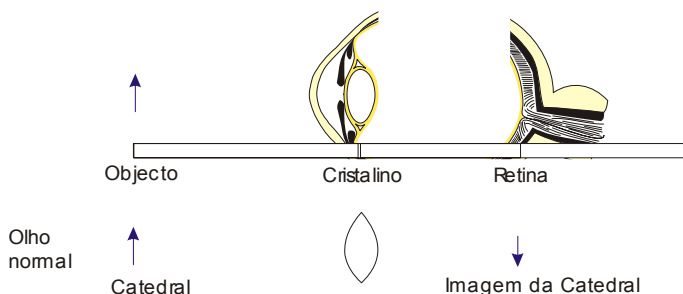


Figura 8 - Corte esquemático do olho e formação de imagem.

retina há milhões de terminais nervosos que enviam mensagens ao cérebro acerca da forma e cor da imagem observada.

A percepção de uma cena é, pois, constituída pelo sistema olho-cérebro e passa pela análise da imagem retiniana, que varia com o tempo.

### **Objectivos cognitivos**

- Identificar no olho as pupilas, o cristalino e a retina
- Interpretar o processo de visão:
  - o identificando o que é necessário para podermos ver um objecto
  - o reconhecendo, a partir do sistema córnea-cristalino, a formação de imagens na retina

### **Material**

Módulos do Exploratório: “Olhar e ver” e “Jogos ópticos II”.

### **Procedimento**

Ao visitante foi dada uma ficha com o poema e questões que o participante tentaria responder explorando os módulos, existentes no Exploratório, “Olhar e ver” e “Jogos ópticos II”. A exploração de cada um dos módulos, seguindo as instruções e explicações (Fig. 9 e 12) que se encontram junto deles, permitiria ao visitante responder à pergunta “Consegue ver a catedral de Burgos?”.

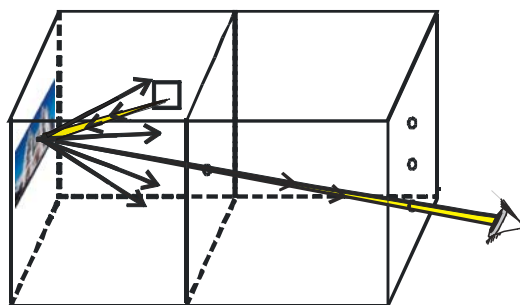
Devia, primeiro, ler o poema e de seguida dirigir-se para junto do módulo “Olhar e ver”. Aí era esperado que o participante estabelecesse relação entre a pupila dos olhos de que fala o poema e os fenómenos observados no módulo. Para facilitar esta ponte foram colocadas as questões: “O que considera fundamental para *ver* a catedral de Burgos? *E as pupilas dos meus olhos...* para quê?”.



Figura 9 – Instrução e explicação do módulo “Olhar e ver”.

Este módulo permite desenvolver actividades que conduzam a uma discussão fundamentada sobre o modelo de visão. O visitante pode verificar experimentalmente as condições necessárias para conseguirmos ver um objecto:

- Tem de haver luz a incidir no objecto
- Parte da luz difundida por cada ponto do objecto tem de entrar no olho do observador (Fig. 10)



Como a luz se propaga rectiligneamente, o visitante só consegue “ver” a catedral espreitando pelo furo inferior (Fig. 11).

Figura 10 – Propagação da luz no módulo “Olhar e ver”.



Figura 11 – Visitante a interagir com o módulo “Olhar e ver”.

Depois, a exploração do módulo “Jogos ópticos II” (Fig. 14) e a ajuda das perguntas “Como funcionam os nossos olhos? *E as pupilas dos meus olhos... onde estão? E o cristalino? E a Retina?*”, permitiria ao visitante complementar a resposta à pergunta “Consegue ver a catedral de Burgos?” em termos do processo de visão.



Figura 12 – Instrução e explicação do módulo “Jogos ópticos II”.

Neste módulo o visitante pode observar as imagens formadas por espelhos e lentes. Com o esquema simplificado do olho (Fig. 13), em corte, podem identificar: o cristalino (como lente convergente), a retina (onde se devem formar as imagens) e atrás desta, os terminais nervosos (que enviam mensagens ao cérebro de modo que este interprete a imagem observada).

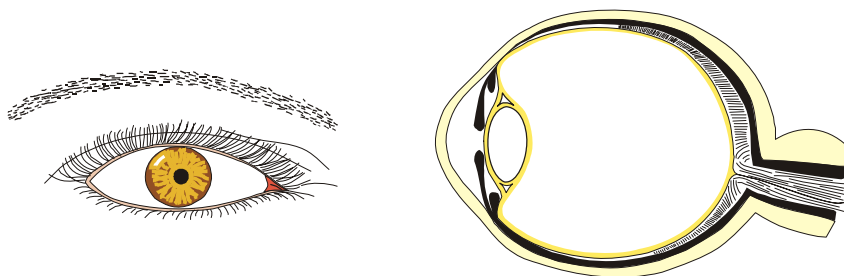


Figura 13 – Esquema do olho humano.

Com o esquema dividido em duas partes, o visitante pode escolher as lentes adequadas à simulação de um olho normal.





Figura 14 - Visitante a interagir com o módulo "Jogos ópticos II".

## Amostra

O estudo incidiu sobre uma amostra de visitantes do Exploratório. Foi efectuado durante uma semana.

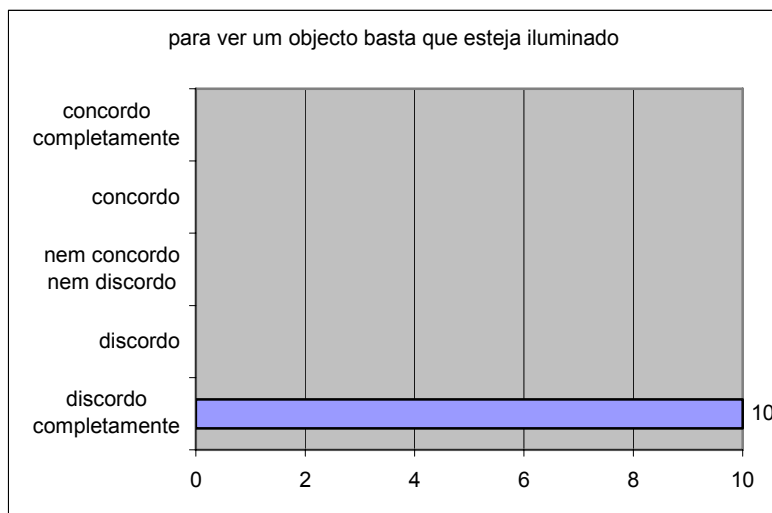
Nº	Idade	sexo		Nível de escolaridade					Formação académica	
		M	F	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	Sec	Sup.	Huma- nidades	Ciências
1	25	x					x			
2	25	x						x		x
3	22	x					x			
4	22		x				x			
5	26		x				x			
6	25		x					x		x
7	23		x					x		x
8	21		x				x			
9	19		x				x			
10	24		x					x		x
TOTAL		3	7	0	0	0	6	4	0	4

A amostra compreende indivíduos entre os 19 e os 26 anos, numa média de 23. A maioria dos participantes em estudo, é do sexo feminino. É constituída por estudantes universitários e sujeitos com habilitações literárias a nível superior da área de ciências.

## Resultados

### Aprendizagem de Ciência

Segundo a opinião manifestada pelos participantes nesta actividade, o nível de concordância ou discordância em relação à afirmação “para ver um objecto basta que esteja iluminado” está descrito no seguinte gráfico:



Verifica-se, pois, que todas as pessoas que realizaram a actividade manifestaram a sua total discordância com aquela afirmação. Parece assim que pelo menos parte do objectivo cognitivo “Interpretação do processo de visão” foi atingido, já que para ver um objecto, sem luz própria, não basta que este esteja iluminado.

O reconhecimento por parte de todos os participantes de que para ver um objecto não basta que esteja iluminado, evidencia que a actividade contribuiu para a aquisição de conhecimentos. Por outro lado, como nos parecia à partida, e é manifestado nos comentários dos intervenientes, a actividade requer alguns conhecimentos prévios.

“A actividade é muito boa mas implica conhecimentos em muitas áreas.” (3, sec, M, 22 anos)

“Penso que é uma actividade cujo grau de apreciação deve depender bastante da faixa etária e/ou grau de formação no tema.” (4, sup. ciências, F, 22 anos)

“(…) As duas actividades no geral são fáceis de executar o que é bom no meu entender, no entanto penso que no caso da actividade “Jogos ópticos” é preciso um conhecimento prévio

sobre óptica para se poder entender ou se retirar dividendos da execução da mesma. Em ambos os casos as perguntas colocadas serviram, sem duvida alguma, para nos melhor elucidar sobre qualquer uma das actividades.” (5, sec., M, 26 anos)

Na primeira parte da actividade, com a exploração do módulo “Olhar e ver”, quer da observação que realizámos, quer das respostas escritas, a interpretação pelos visitantes foi genericamente ao encontro de o que cientificamente se considera fundamental para que pudéssemos “ver” a catedral.

A concepção estática de iluminação geral – apenas luz existindo no espaço –, uma concepção alternativa muito comum, não foi identificada entre os nossos participantes. Apenas um não é específico a referir a necessidade de luz a incidir no objecto (figura da Catedral), embora reconheça a propagação rectilínea da luz.

“Existência de luz que ilumine a catedral, no interior da caixa; a orientação dos furos tem que ser feita em linha recta, uma vez que a luz se propaga de forma rectilínea...” (9, sup. ciências, F, 19 anos)

Todos os outros fizeram claras referências à incidência da luz no objecto e ao facto de ter de entrar luz nos olhos. No entanto, poucos expressaram por escrito a difusão da luz que incidiu no objecto, embora o tenham feito oralmente.

“O objecto tem de receber luz da lanterna para poder difundir a luz que recebe e esta entrar nos nosso olhos e formar a imagem da catedral na retina” (10, sup. ciências, F, 34 anos)

“A luz, direccionada para o objecto, sendo depois reflectida, passa no orifício do meio para o olho” (8, sec., F, 21 anos)

“Luz incidir na figura; Estar em posição tal que me permita ver essa luz, ou seja em linha recta localizando o sentido de propagação da luz.” (1, sec., M, 25 anos)

Alguns dos participantes referem-se ao papel das pupilas como abertura por onde entra a luz nos olhos.

“É necessário que a luz que provém da catedral chegue aos olhos. É necessário que a catedral esteja iluminada. As pupilas são por onde as ondas de luz entram dentro dos nossos olhos para formar a imagem na retina.” (2, sup. ciências, M, 25 anos)

“Para ver a catedral de Burgos é fundamental que de incida luz na imagem da catedral dentro do módulo, e que essa luz chegue posteriormente aos nossos olhos. Essa luz “entrará” pelas pupilas nos nossos olhos que processarão informação recebida e a farão chegar ao cérebro para ser decodificada e ‘entendida’.” (5, sec., M, 26 anos)

No entanto, muitos identificaram as pupilas como receptores de luz. Esta foi uma constatação inesperada. Se nalguns casos não foi explícita a ideia errada de células receptoras noutros foi mesmo veiculada a interacção destas com o cérebro.

“É necessário que luz que nela incide chegue aos nossos olhos. A pupila serve para “receber” a luz.” (6, sup. ciências, F, 25 anos)

“ É fundamental a orientação da luz. Em relação às pupilas dos olhos são fundamentais como receptores de luz “transmitida” pela catedral.” (7, sup. ciências.,F, 23 anos)

“(…) As pupilas são sensíveis à luz o que nos permite ver a catedral quando iluminada.” (3, sec., M, 22 anos)

“(…) A pupila recebe os estímulos luminosos e cérebro processa a informação para “vermos” a imagem.” (4, sup. ciências, F, 22 anos)

“(…) as pupilas dos meus olhos são fundamentais para receber o estímulo da luz e transmiti-lo ao cérebro, para poder identificar as imagens.” (9, sup. ciências, F, 19 anos)

Da segunda parte da actividade, com a exploração do módulo “Jogos ópticos II”, todos os participantes excepto um referiram-se, por escrito, à formação da imagem na retina. No entanto, todos conseguiram observar num alvo a imagem da catedral. Para muitos o facto de ser invertida foi uma surpresa, levando-os a verificar se a figura da catedral estava direita, chegando mesmo a invertê-la.

“Os nossos olhos como um sistema óptico. As pupilas são como um diafragma de uma máquina fotográfica que deixam entrar mais ou menos luz. O cristalino funciona como lente (convergente) e a retina é o “olho” onde se forma a imagem invertida.” (10, sup. ciências, F, 34 anos)

“ A luz entra através da pupila, que se ajusta para uma maior ou menor entrada, luz esta que passa pelo cristalino, que pode ser visto em termos de funcionamento como uma lente convergente. Esta lente convergente (cristalino) projecta imagens (luz) numa “tela” (retina) invertida, pois esta lente altera o sentido dos feixes de luz invertendo a imagem.” (1, sec., M, 25 anos)

Poucos foram os que traduziram por escrito a ideia de que os terminais nervosos enviam mensagens ao cérebro de modo a este interpretar a imagem observada, embora durante as observações que fizeram muitos tenham questionado: como é que a imagem formada é invertida e nós vemos a catedral direita?

“(…) A luz chega até ao cristalino que funciona como uma lente convergente, em seguida a imagem forma-se na retina e depois é no cérebro que é interpretada”. (7, sup. ciências, F, 23 anos)

“Os olhos são sensíveis à luz proveniente dos objectos criando um sinal que envia ao cérebro.” (3, sec, M, 22 anos)

Não foi difícil aos participantes identificarem no olho o cristalino e a retina e as suas funções.

“(…) O cristalino é a nossa lente e está logo atrás da pupila. É uma lente especial pois pode mudar de forma e focagem. A retina está na parte interior do olho na parte de trás, é onde a luz forma a imagem. A retina tem sensores de luz que transmitem a informação ao cérebro que depois descodifica a informação.” (2, sup. ciências, M, 25 anos)

“(…) o cristalino funciona como uma lente convergente. Esta lente ao ser atravessada pela luz permite a projecção de uma imagem invertida (para lá da distância focal), que deve ser o mais nítida possível na retina. (9, sup. ciências, F, 19 anos)

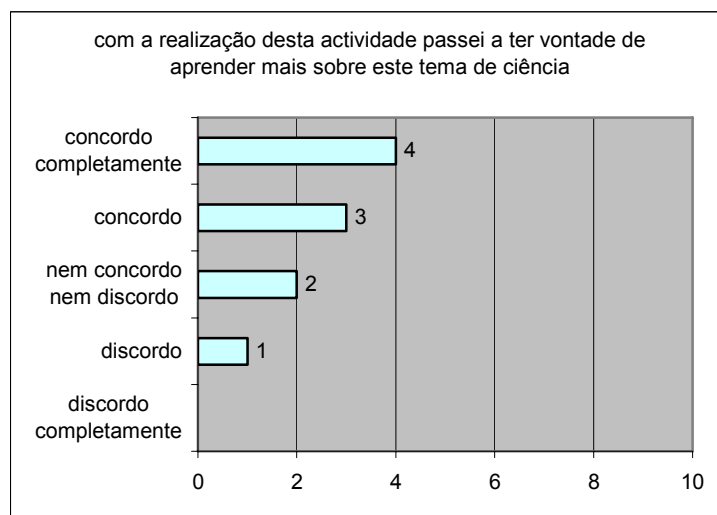
Quanto à identificação da pupila, muitos dos participantes que anteriormente não a reconheceram como simples abertura para a entrada da luz no olho, fizeram-no com a exploração deste módulo. Houve mesmo uma participante que inicialmente se referia à pupila como da retina se tratasse e que reconheceu verbalmente e efusivamente o erro. A dificuldade maior foi acerca da localização da pupila que, embora fazendo parte do esquema, pressuponha um conhecimento anterior.

“As pupilas estão no centro do olho e são escuras (a luz só entra não sai) e têm em volta a íris.”  
(2, sup. ciências, M, 25 anos)

“As pupilas estão nos olhos e são como que um diafragma que permitem a entrada da luz nos olhos. O cristalino tem uma função de lente e a retina será como um alvo onde se formará a imagem.” (5, sec., M, 26 anos)

### **Mudança de atitudes perante a Ciência**

O gráfico que se segue traduz em que medida os participantes, com a realização desta actividade, consideram que passaram a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência.

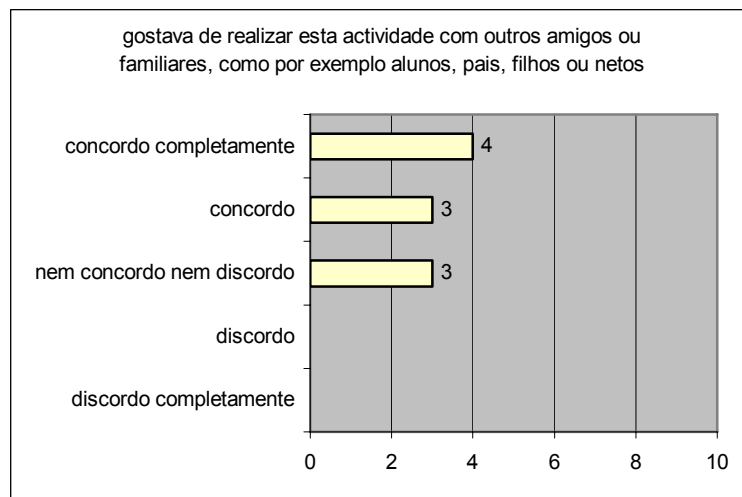


A maioria dos participantes mostrou concordar com a afirmação “Com a realização desta actividade passei a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência”. No entanto apenas um participante comentou por escrito:

“A actividade desperta curiosidade.” (10, sup. ciências, F, 34 anos)

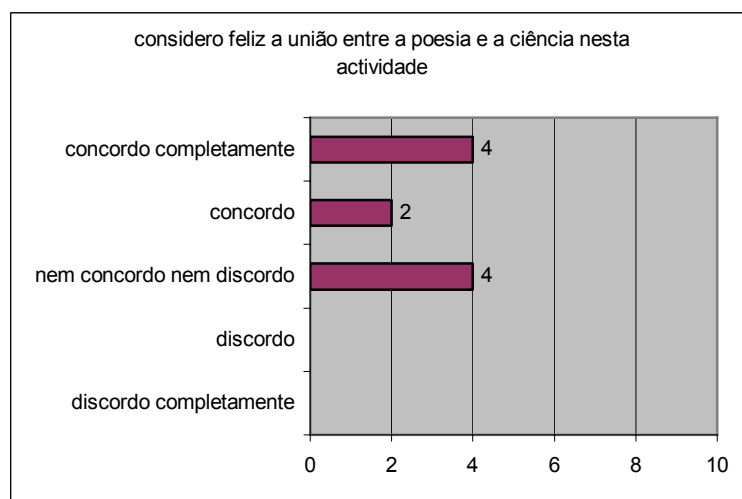
### **Satisfação pessoal**

O número de escolhas dos participantes relativamente ao gosto em realizar esta actividade com outros amigos ou familiares está representado no seguinte gráfico:



O gráfico parece traduzir o interesse dos intervenientes na realização da actividade.

A opinião dos participantes quanto à união entre a Poesia e a Ciência nesta actividade está descrita no gráfico que se segue:



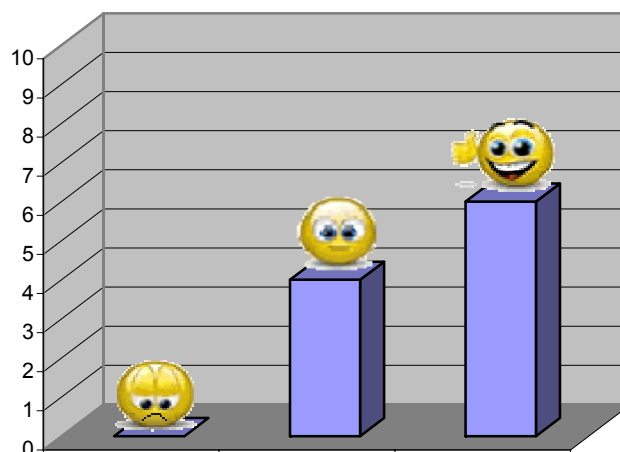
Aqui ninguém discordou que a união entre Ciência e Poesia nesta actividade é uma união feliz. Os comentários dos participantes concordam com estes resultados à excepção de um.

“Bastante interessante. Não só pelo facto de juntar Arte e Ciência, neste caso a Poesia e a Ciência, mas por representar também um desafio e incentivar à descoberta.” (1, sec., M, 25 anos)

“A união entre a Poesia e a Ciência podia ter sido feita de forma mais clara e despertando de forma mais ágil o interesse pelo poema.” (8, sec., F, 21 anos)

“No meu entender a ligação criada entre a Poesia e a Ciência é de salutar.” (5, sec., M, 26 anos)

O gráfico seguinte indica o número de escolhas dos participantes relativamente às expressões faciais que traduzem o que sentiram ao realizar a actividade:



Nenhum participante seleccionou a primeira expressão facial, o que na nossa opinião parece traduzir satisfação.

“Acho que é complicada a escolha da expressão facial, porque ao fazermos a experiência temos muitas ‘emoções’.

😊 Fixe porque aprendemos, mas ao mesmo tempo, 😞 porque devia chegar ao resultado mais facilmente e foi preciso muita ajuda.” (6, sec., F, 25 anos)

“Foi uma experiência gira e interessante; tive a oportunidade de experimentar fisicamente alguns conceitos que já estudei teoricamente e é claro que assim é muito mais divertido.” (9, sup. ciências, F, 19 anos)



## Actividade 5 – *Haverá alguém como tu?*

### Poema

*“ADN”*

*Afinal sou assim, infeliz e volúvel,  
Porque minha alma guarda uma ordem diversa  
De pulsões celulares ao longo do seu eixo:  
Decifre-me quem saiba, que, dispersa,  
Com nome A.D.N. aqui na cruz a deixo.*

*Nervo a pavor, fonte renal de rijo,  
Cor dos meus olhos, estatura, gosto,  
Quanto me importo, ó Deus, quanto me aflijo,  
Tudo A.D.N. inscreve no meu rosto.*

Vitorino Nemésio (*in* Nemésio, 1989)

### Sobre o Poema

No poema A.D.N., Vitorino Nemésio diz já saber porque é “infeliz e volúvel”. A culpa é da sua alma, que não tem nada de divino, mas é afinal bem material como a molécula de ADN. Afinal o que ele é (“infeliz e volúvel”) deve-se a uma ordem pré-determinada, enrolada ao longo de um eixo na molécula de ADN. Basta saber decifrá-la para saber que assim é.

Na segunda quadra, o autor atribui ao ADN as suas características físicas. Mas vai mais longe, ao desculpabilizar-se perante Deus, quando afirma: “Quanto me importo, ó Deus, quanto me aflijo, Tudo o ADN inscreve no meu rosto.”. A culpa deixa de lhe pertencer, pois ele deixa de ter domínio sobre os seus actos. Tudo está predestinado no ADN desde as características físicas às suas acções.

### Objectivos cognitivos

- Reconhecer que o ADN determina as características fenotípicas dos seres vivos.

- Reconhecer em nós e nos outros características simples ditadas geneticamente, como por exemplo a cor dos olhos ou tipo de cabelo liso ou frisado.
- Saber que, apesar de sermos todos diferentes, temos características genéticas iguais às de outros seres humanos.

## Material

Um computador, um programa multimédia, uma ficha com o poema e questões.

## Procedimento

O visitante executou um jogo multimédia (Fig. 15) onde lhe foi pedido que identificasse várias das suas características (cor do cabelo, cor dos olhos,..), de modo a responder à questão “haverá alguém como tu?”.



Figura 15 – Sequência de ecrãs do programa multimédia "Tu e os outros".

No final, o programa (Fig. 16) informou-o do número de pessoas que já jogaram e que tinham as mesmas características dele.

Chegado ao último ecrã, foi-lhe pedido para ler o poema e encontrar neste a resposta à questão: “o que determina todas estas características?”. A ficha que lhe foi entregue com esta pergunta e o poema A.D.N., apresentava, também, uma questão – será que todas as pessoas, mesmo os gémeos verdadeiros, têm impressões digitais diferentes? –, como exemplo a ter em conta na solicitação final: “tens alguma pergunta que gostarias de fazer sobre este assunto?”.



Figura 16 - Visitante a interagir com o programa "Tu e os outros".

## Amostra

O estudo incidiu sobre uma amostra de visitantes do Exploratório. Foi efectuado durante uma semana.

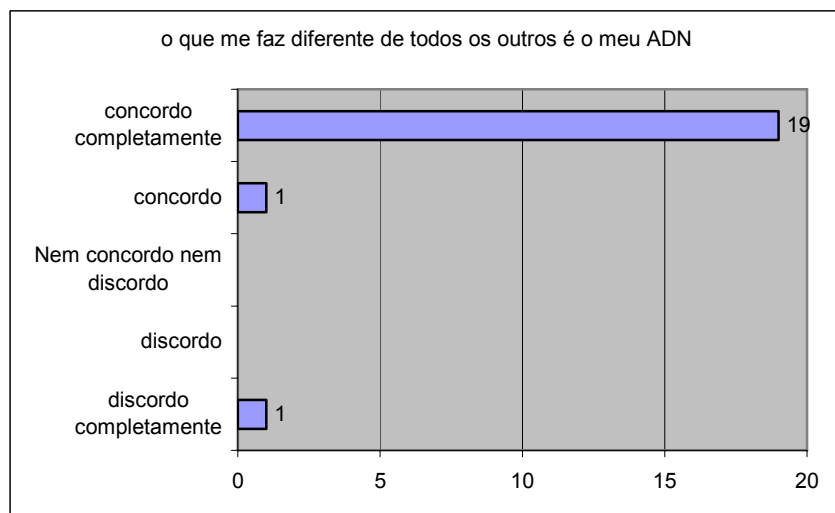
Nº	Idade	sexo		Nível de escolaridade					Formação académica	
		M	F	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	Sec	Sup.	Huma- nidades	Ciências
1	14	x				x				
2	13		x			x				
3	14		x			x				
4	14	x				x				
5	15		x			x				
6	15	x				x				
7	13	x				x				
8	16	x				x				
9	27		x					x		x
10	31		x					x		x
11	13		x			x				
12	14	x				x				
13	13		x			x				
14	13		x			x				
15	9		x	x						
16	9	x		x						
17	9		x	x						
18	31		x					x		x
19	29		x					x		x
20	24	x						x		x
21	13		x			x				
TOTAL		8	13	3	0	13		5		5

A amostra compreende fundamentalmente dois grupos: um de adultos com idades compreendidas entre os 24 e 31 anos, com formação superior em ciências; o outro, de jovens dos 9 aos 16 anos, maioritariamente do 3º ciclo.

## Resultados

### Aprendizagem de Ciência

Segundo a opinião manifestada pelos participantes nesta actividade, o nível de concordância ou discordância em relação à afirmação “O que me faz diferente de todos os outros é o meu ADN” está descrito no seguinte gráfico:



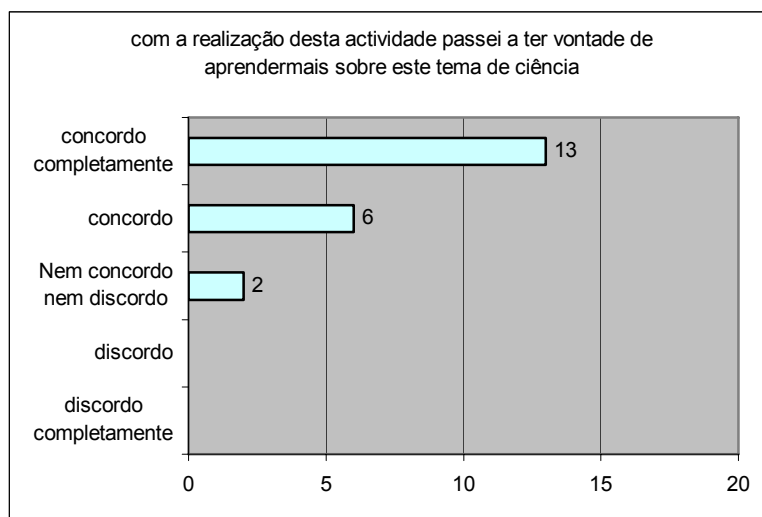
A maioria das pessoas que realizaram a actividade manifestou a sua total concordância com aquela afirmação. Apenas uma diz discordar completamente. Por outro lado, todos os participantes na actividade identificaram no poema a resposta ADN como o que determina todas as características referidas no jogo multimédia. Assim, os participantes devem ter reconhecido que o ADN determina características fenotípicas dos seres vivos.

Os participantes fizeram poucos comentários relativamente à aprendizagem com esta actividade.

“Com esta ciência aprende-se muita coisa” (7, 3º ciclo, M, 13 anos)

## Mudança de atitudes perante a Ciência

O gráfico que se segue traduz em que medida os participantes, com a realização desta actividade, consideram que passaram a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência:



Nenhum dos participantes mostrou discordar da afirmação “Com a realização desta actividade passei a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência”. A grande maioria assinalou que concordava plenamente com ela. Parece-nos que a actividade proporcionou uma motivação para uma futura aquisição de conhecimentos sobre o tema de Ciência em questão. Este facto foi também evidenciado pelo modo como os participantes corresponderam à nossa solicitação de formularem perguntas. Um deles também registou o seu interesse em obter resposta à questão que apresentámos como exemplo: “Será que todas as pessoas, mesmo os gémeos verdadeiros, têm impressões digitais diferentes?”

As perguntas que os participantes elaboraram podem situar-se em dois níveis de profundidade da resposta. Algumas envolvem uma resposta simples:

“O que significa ADN?” (16, 1º ciclo, M, 9 anos)

“Qual a diferente composição do ADN para este ser diferente?” (2, 3º ciclo, F, 13 anos)

“Como é o ADN?” (12, 3º ciclo, M, 14 anos) (13, 3º ciclo, F, 13 anos)

“Como é constituído e para que serve o ADN?” (4, 3º ciclo, M, 14 anos)

“É verdade que o nosso ADN (humano) só difere do da macaco em 1 %?” (9, sup. ciências, F, 27 anos)

“Qual é o animal com o ADN mais parecido com o do homem?” (10, sup. ciências, F, 31 anos)

Outras, pelo contrário, envolvem respostas mais complexas:

“Porque é que temos impressões digitais diferentes?” (21, 3º ciclo, M, 13 anos)

“Será que todos os gémeos verdadeiros têm o mesmo ADN?” (6, 3º ciclo, M, 15 anos)

Algumas perguntas parecem manifestar uma complexidade na reflexão que as antecedeu:

“Se não tivéssemos ADN diferente seríamos todos iguais?” (5, 3º ciclo, F, 15 anos)

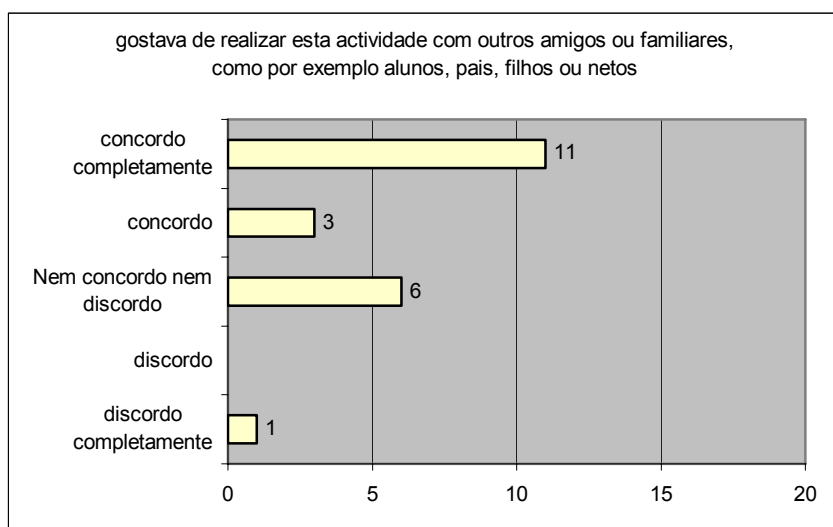
“É possível existir alguém com o mesmo ADN?” (14, 3º ciclo, F, 13 anos)

“É verdade que é mais fácil e fidedigno analisar o olho humano do que a impressão digital? O olho apresenta mesmo mais diferenças e é mesmo próprio e característica de cada pessoa?” (9, sup. ciências, F, 27 anos)

“Será que as impressões digitais dos dedos dos pés também são diferentes?” (20, sup. ciências, M, 24 anos)

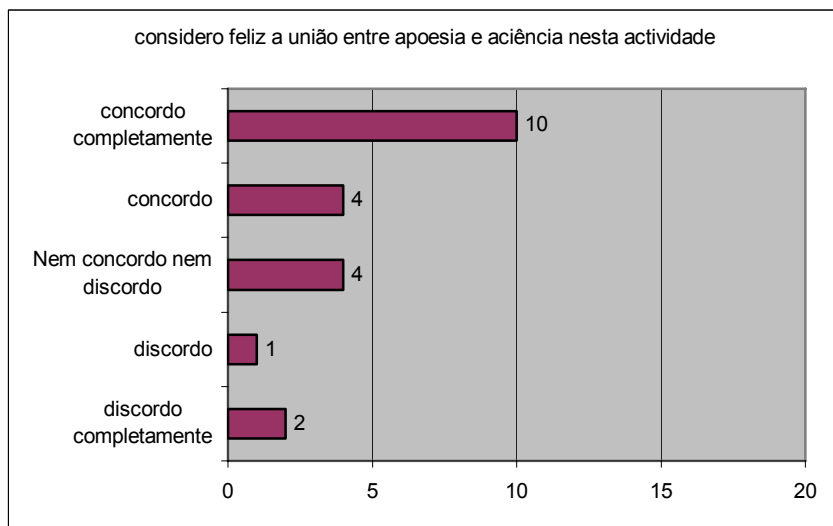
## Satisfação pessoal

O número de escolhas dos participantes relativamente ao gosto em realizar esta actividade com outros amigos ou familiares está representado no seguinte gráfico:



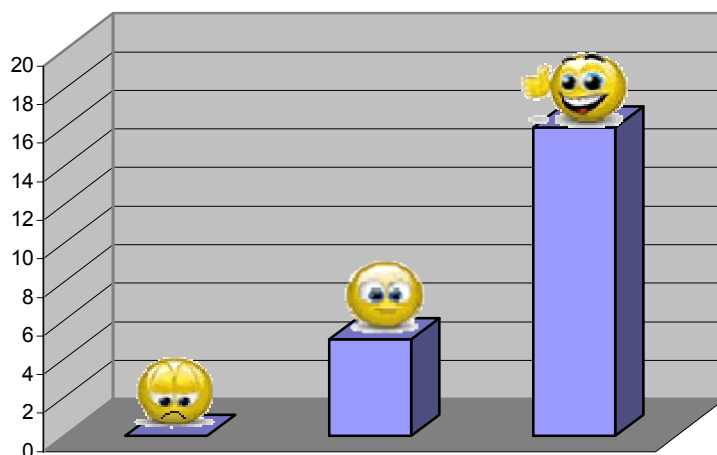
Constata-se que a opção “concordo completamente” foi a mais escolhida, o que parece traduzir o interesse da maioria dos intervenientes na realização da actividade.

A opinião dos participantes quanto à união entre a Poesia e a Ciência nesta actividade está descrita no gráfico que se segue:



Metade dos participantes concordou plenamente que a união entre Ciência e Poesia nesta actividade é uma união feliz e ninguém discordou.

O gráfico seguinte indica o número de escolhas dos participantes relativamente às expressões faciais que traduzem o que sentiram ao realizar a actividade:



A terceira expressão facial foi largamente escolhida, o que na nossa opinião parece traduzir uma grande satisfação dos participantes. Os comentários que os participantes apresentaram por escrito são neste sentido.

“Gostei muito de fazer esta actividade, porque consegui ver quantas pessoas há iguais a mim.”  
(5, 3º ciclo, F, 15 anos)

“Com esta Ciência aprende-se muita coisa” (7, 3º ciclo, M, 13 anos)

“Foi um espectáculo!!!” (12, 3º ciclo, M, 14 anos)

“A experiência é muito interessante e é curioso no final ser efectuada a estatística das diferentes características dos visitantes” (18, sup. ciências, F, 31 anos)



## Actividade 6 – A diversidade biológica

### Poema

#### *“Pastoral”*

*Não há, não,  
duas folhas iguais em toda a criação.*

*Ou nervura a menos, ou células a mais,  
não há, de certeza, duas folhas iguais.*

*Limbo todas têm,  
que é próprio das folhas;  
pecíolo algumas;  
bainha nem todas.  
Umas são fendidas,  
crenadas, lobadas,  
inteiras, partidas,  
singelas, dobradas.  
Outras acerosasa,  
Redondas, agudas,  
macias, viscosas,  
fibrosas, carnudas.*

*Nas formas presentes,  
nos actos distantes,  
mesmos semelhantes  
são sempre diferentes.*

*Umas vão e caem no charco cinzento,  
e lançam apelos nas ondas que fazem;  
outras vão e jazem  
sem mais movimentos.  
Mas outras não jazem,  
Nem caem, nem gritam,  
Apenas volitam  
Nas dobras do vento.*

*É dessas que eu sou.*

António Gedeão (in Gedeão, 2004)

## **Sobre o Poema**

António Gedeão começa por constatar que não há duas folhas iguais em todo o Universo, aludindo desta forma à grande diversidade biológica que também nelas se manifesta. Mesmo naquelas que parecem ser iguais, há com certeza uma diferença: é o que o poeta pretende dizer quando afirma “ou nervura a menos, ou célula a mais, não há, de certeza, duas folhas iguais”.

Depois passa à descrição da morfologia da folha e à sua classificação quanto ao recorte da margem, à forma da folha e à consistência.

Na quadra seguinte reafirma que, apesar de as folhas poderem ser classificadas e separadas, mesmo entre aquelas que têm mesma forma – “semelhantes” – há sempre diferenças que as tornam únicas.

António Gedeão revela neste poema um bom conhecimento da morfologia e classificação botânica das folhas, mas comete um lapso comum ao afirmar que todas as folhas têm limbo. Embora seja verdade para a maioria, há algumas exceções, como por exemplo, as folhas da acácia.

Recorda que as folhas podem cair e ...”jazem sem movimento”, referindo-se às folhas caducas, e às outras que “nem jazem, nem caem” as folhas perenes.

Por fim classifica-se a si próprio como pertencendo ao grupo das “folhas” que “não jazem, nem caem, nem gritam, apenas volitam nas dobras do vento”, isto é, como uma pessoa resistente e com personalidade.

## **Objectivos cognitivos**

- Identificar numa folha, o limbo, o pecíolo e a bainha
- Reconhecer que há folhas com diferente morfologia
- Classificar e agrupar as folhas quanto ao recorte da margem, à forma e à consistência.

## **Material**

*Kit* com dois jogos. Primeiro jogo: tabuleiro de PVC com seis caixas, placa com o poema e caixa com 14 placas pequenas com fotografias de plantas e das respectivas

folhas; segundo jogo: duas placas com figuras de folhas classificadas quanto ao recorte da margem e forma, tabuleiro de PVC com seis caixas e poema.

## Procedimento

Exploração, em grupo, de um *kit*. Este *kit* pode ser usado num parque, num jardim de uma escola, num jardim público, ..., em qualquer lugar onde existam folhas. O *kit* é constituído por dois jogos. O primeiro refere-se à morfologia das folhas e o segundo classifica-as de acordo com o recorte da margem e a forma das folhas.

Começou-se por ler o poema e responder às perguntas: o que é que todas as folhas têm? E o que é que só algumas folhas têm?

Depois de identificar as respostas passou-se à exploração do primeiro jogo (Fig. 17). O primeiro tabuleiro onde está impresso o esquema de uma folha legendado com os versos do poema onde António Gedeão se refere à morfologia da folha.

*Limbo todas têm,  
que é próprio das folhas;  
pecíolo algumas;  
bainha nem todas.*

Os participantes tinham à sua disposição pequenas placas, de um lado com a fotografia da folha e do outro a fotografia da planta a que pertence e a respectiva identificação. No tabuleiro estão fixas seis caixas identificadas com “só limbo”, “só pecíolo”, “só bainha”, “limbo, pecíolo e bainha”, “limbo e pecíolo” e “limbo e bainha”. Para cada uma das placas,

depois de identificar a planta e a respectiva morfologia da folha, os participantes puderam distribuí-las pelas caixas. Finalmente respondiam à pergunta: O que é que está errado no poema?



Figura 17 - Grupo de visitantes a explorar o primeiro jogo da actividade “A diversidade biológica”.

Na segunda parte da actividade, com o segundo jogo (Fig. 18), os participantes deveriam recolher folhas. Com ajuda de tabelas de identificação das folhas quanto ao recorte da margem e forma, classificaram e agruparam-nas nas respectivas caixas do segundo tabuleiro. Este tabuleiro tem no centro o poema com os atributos das folhas escritos a cor.



Figura 18 - Grupo de visitantes a explorar o segundo jogo da actividade “A diversidade biológica”.

## Amostra

O estudo incidiu sobre uma amostra de visitantes do Exploratório. Foi efectuado com dois grupos de alunos do 1º ciclo do Ensino Básico e as respectivas professoras, um de uma escola de Coimbra e o outro de Leiria.

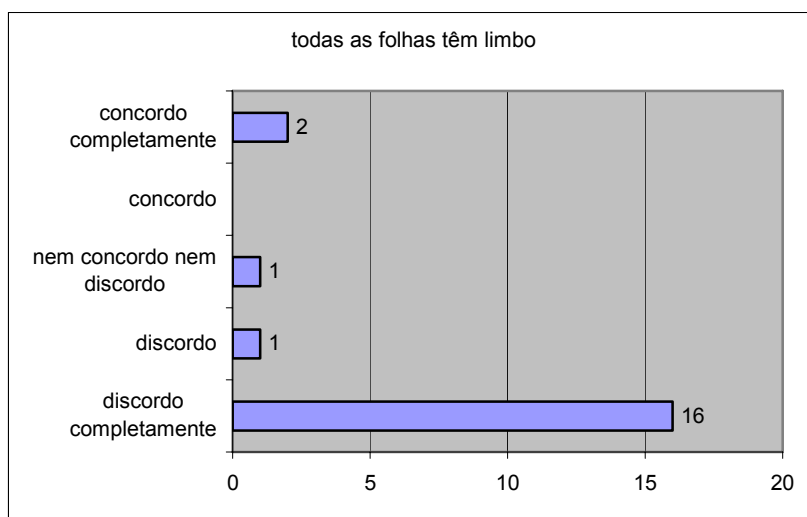
Nº	Idade	sexo		Nível de escolaridade					Formação académica	
		M	F	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	Sec	Sup.	Huma- nidades	Ciências
1	9	x		x						
2	8		x	x						
3	8	x		x						
4	9		x	x						
5	8		x	x						
6	9		x	x						
7	8		x	x						
8	8	x		x						
9	9		x	x						
10	9		x	x						
11	8	x		x						
12	46	x						x		x
13	8	x		x						
14	10		x	x						
15	8	x		x						
16	8		x	x						
17	8	x		x						
18	8		x	x						
19	10	x		x						
20	54		x					x	x	
TOTAL		9	11	18				2	1	1

Os dois grupos de crianças da amostra são homogéneos quer em idade quer no nível de escolaridade: alunos do 4º ano.

## Resultados

### Aprendizagem de Ciência

Segundo a opinião manifestada pelos participantes nesta actividade, o nível de concordância ou discordância em relação à afirmação “todas as folhas têm limbo” está descrito no seguinte gráfico:



Verifica-se, pois, que a maioria, ao manifestar a sua total discordância com aquela afirmação, parece ter reconhecido que há folhas com diferente morfologia e que nem todas têm limbo, pecíolo e bainha. A aquisição destes conhecimentos por parte dos participantes, foi salientada pelas professoras.

“Foi uma actividade interessante para as crianças e adultos e de enriquecimento científico”  
(12, sup. ciências, F, 46 anos)

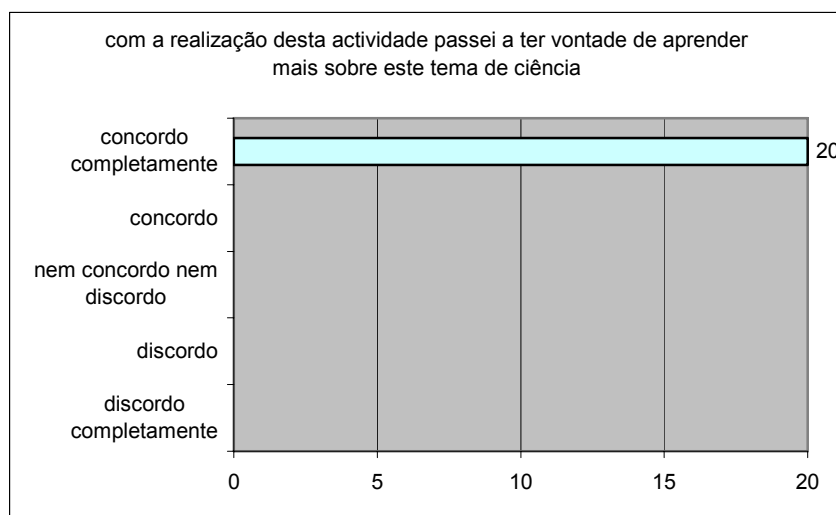
“ (...) Não construí conhecimentos novos, mas tive oportunidade de rever alguns conteúdos do programa do 1º e 2º ciclos”. (20, sup. humanidades, F, 54 anos)

Das observações que fizemos, verificámos que os alunos tiveram muita facilidade na execução da actividade. Com o primeiro jogo, identificaram

autonomamente a morfologia de todas as folhas nas placas, mesmo as que só tinham pecíolo ou bainha. Os alunos estabeleceram relações com o que já tinham aprendido na escola sobre este assunto, o que foi corroborado por uma das professoras. Com o segundo jogo, embora desconhecêssemos como classificar uma folha, com uma pequena ajuda inicial, rapidamente o conseguiram.

### Mudança de atitudes perante a Ciência

O gráfico que se segue traduz em que medida os participantes, com a realização desta actividade, consideram que passaram a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência



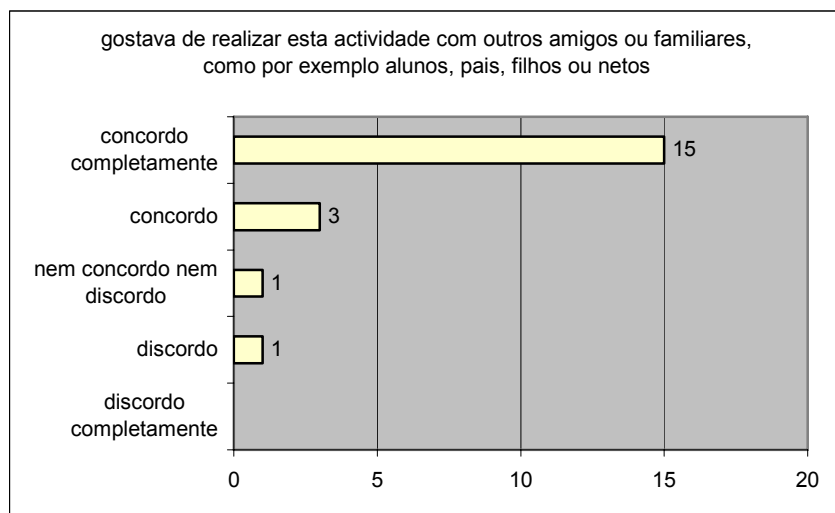
Os participantes foram unânimes em concordar plenamente com a afirmação “Com a realização desta actividade passei a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência”, um indicador de que a actividade proporcionou uma motivação para uma futura aquisição de conhecimentos de Botânica.

“Eu senti-me muito feliz e com vontade de aprender mais.” (14, 1º ciclo, F, 10 anos)

“Gostei muito de aprender estas coisas novas. Gostava de repetir com coisas novas.” (4, 1º ciclo, F, 9 anos)

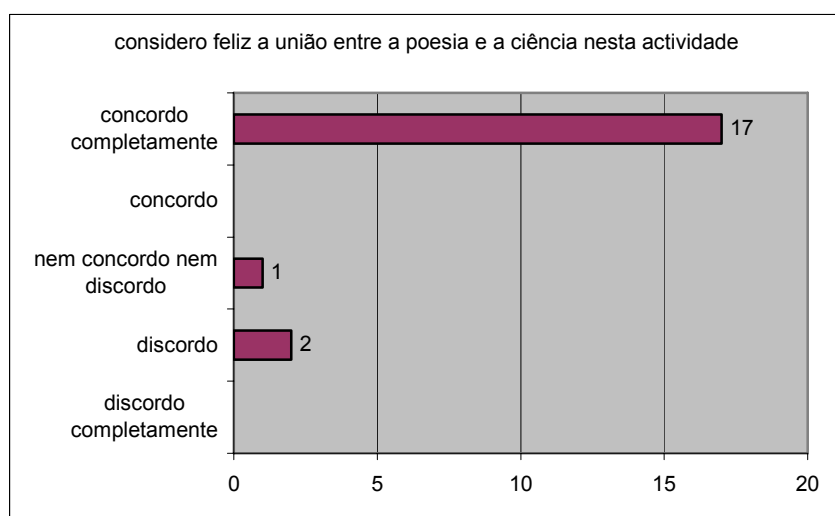
## Satisfação pessoal

O número de escolhas dos participantes relativamente ao gosto em realizar esta actividade com outros amigos ou familiares está representado no seguinte gráfico:



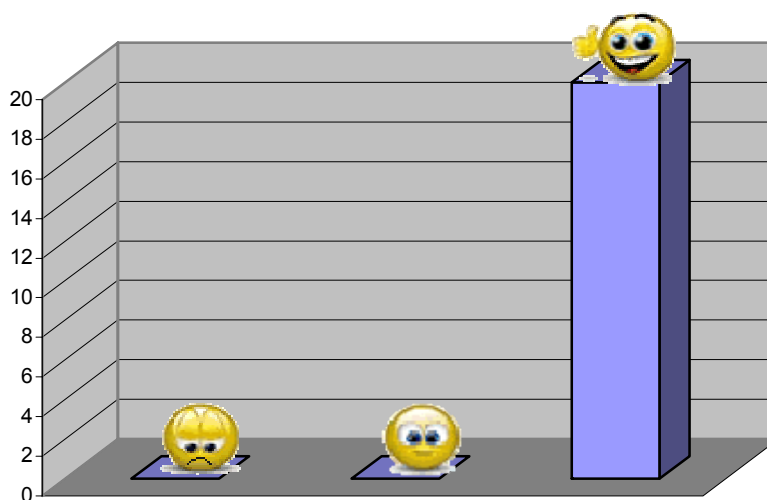
Constata-se que as opções “concordo” e “concordo completamente” foram praticamente as escolhidas, o que parece traduzir o interesse da maioria dos intervenientes na realização da actividade.

A opinião dos participantes quanto à união entre a Poesia e a Ciência nesta actividade está descrita no gráfico que se segue:



A maioria dos participantes concordou plenamente que a união entre Ciência e Poesia nesta actividade é uma união feliz, embora não o tenham registado nos seus comentários.

O gráfico seguinte indica o número de escolhas dos participantes relativamente às expressões faciais que traduzem o que sentiram ao realizar a actividade:



Todos escolheram a terceira expressão facial, o que na nossa opinião parece traduzir uma grande satisfação dos participantes. Neste sentido, observámos no final da actividade que as crianças não queriam terminar. Pretendiam continuar a recolher folhas e classificá-las.

Os comentários que apresentaram por escrito referem-se sobretudo ao nível da satisfação pessoal.

“Gostei muito e espero vir cá outras vezes.” (13, 1º ciclo, M, 8 anos)

“Gostei muito de fazer esta actividade” (8, 1º ciclo, M, 8 anos)

“Gostei muito de fazer isto convosco” (19, 1º ciclo, M, 10 anos)

Alguns manifestam ainda a sua vontade de repetir a actividade

“Adorei esta actividade e quero voltar a repetir” (1, 1º ciclo, M, 8 anos)



“Achei ótimo e quero repetir” (3, 1º ciclo, M, 8 anos)

“Gostava de voltar a fazer esta actividade” (5, 1º ciclo, F, 8 anos)

“Gostei muito desta actividade e gostava de fazer de novo” (6, 1º ciclo, F, 9 anos)

“Eu gostei muito e quero repetir. Achei muito divertido, quando estávamos a apanhar as folhas.” (7, 1º ciclo, F, 8 anos)

“Gostei muito desta actividade e gostava de repetir a experiência!” (9, 1º ciclo, F, 9 anos)

### Outros fizeram referência à aprendizagem

“Adorei esta actividade porque aprendemos muitas coisas e gostava de repeti-la mais vezes.” (10, 1º ciclo, F, 9 anos)

“Gostei muito, quero repetir e aprendi muito” (11, 1º ciclo, M, 8 anos)

“Eu gosto muito de aprender. E Gostei de estar aqui a fazer experiências.” (16, 1º ciclo, M, 8 anos)

“Gostei do que aprendi sobre as folhas das plantas.” (18, 1º ciclo, F, 8 anos)



## Actividade 7 – Pedra filosofal

### Poema

#### *“Pedra Filosofal”*

*Eles não sabem que o sonho  
é uma constante da vida  
tão concreta e definida  
como outra coisa qualquer,  
como esta pedra cinzenta  
em que me sento e descanso,  
como este ribeiro manso  
em serenos sobressaltos,  
como estes pinheiros altos  
que em verde e oiro se agitam,  
como estas aves que gritam  
em bebedeiras de azul.*

*Eles não sabem que o sonho  
é vinho, é espuma, é fermento,  
bichinho álaçre e sedento,  
de focinho pontiagudo,  
que fossa através de tudo  
num perpétuo movimento.*

*Eles não sabem que o sonho  
é tela, é cor, é pincel,  
base, fuste, capitel,  
arco em ogiva, vitral,  
pináculo de catedral,  
contraponto, sinfonia,  
máscara grega, magia,  
que é retorta de alquimista,  
mapa do mundo distante,  
rosa-dos-ventos, Infante,  
caravela quinhentista,  
que é cabo da Boa Esperança,  
ouro, canela, marfim,  
florete de espadachim,  
bastidor, passo de dança,  
Colombina e Arlequim,  
passarola voadora,  
pára-raios, locomotiva,  
barco de proa festiva,  
alto-forno, geradora,  
cisão do átomo, radar,  
ultra-som, televisão,  
desembarque em foguetão*

*na superfície lunar.*

*Eles não sabem, nem sonham,  
que o sonho comanda a vida.  
Que sempre que um homem sonha  
o mundo pula e avança  
como bola colorida  
entre as mãos de uma criança.*

António Gedeão (*in* Gedeão, 2004)

## **Sobre o Poema**

Neste poema, “Pedra Filosofal”, António Gedeão define o sonho como o motor da vida e a evolução do conhecimento. Na primeira estrofe, o poeta afirma que o sonho, os projectos do homem, são tão concretos e definidos, isto é, tão válidos como os bens da natureza, como “os ribeiros mansos”, os “pinheiros mansos que em verde oiro se agitam”, etc.

Na segunda e terceira estrofe concretiza. Primeiro recorre ao “vinho”, à espuma e ao fermento para comparar o engenho humano com o comportamento do “bichinho álaçre e sedento”, “que fossa através de tudo num perpétuo movimento”. Afirma assim que o homem sonha, idealiza projectos e que depois se empenha arduamente na realização destes.

Depois continua na terceira estrofe enumerando o que na opinião do autor é fruto do sonho do homem. Aparece aqui evidenciada a paixão de António Gedeão pela história das realizações humanas, em especial no campo das ciências, e a sua faceta como amante das artes plásticas e da música. Várias facetas da cultura vão aparecendo, numa sucessão de objectos ou acontecimento, imagens que cada leitor facilmente relaciona com aquilo que aprendeu, a sua cultura, que o levam a reflectir e a concluir que quase tudo de importante teve origem no sonho do homem. Imagens, quase num crescendo cronológico, vão varrendo a cultura e a tecnologia. Desde a pintura (“é tela, é cor é pincel”), à arquitectura (“base, fuste, capitel, arco em ogiva vitral,...”), à música (“contraponto, sinfonia”), ao teatro (“máscara grega, magia”) até à química (“retorta de alquimista”) e aos grandes feitos da humanidade como os descobrimentos (“caravela quinhentista”, “Infante” ele próprio um sonhador e motor

[illegible]

- Ilustrar a imagem e a poesia como forma poderosa de transmitir Ciência.
- Motivar o público para realizar a actividade que lhe é proposta.
- Identificar que há pontes conceptuais entre a Ciência e a Arte.

Placa com alguns versos escritos e outros em imagens.

Placas de PVC com versos do poema, disciplinas de Ciência e Arte e alguns séculos.

Ao participante foi apresentada uma placa com o poema numa sequência de versos escritos e de imagens (Fig. 19) e placas com os versos escritos em falta. A primeira tarefa con-

101

sistia em fazer corresponder os versos escritos nas placas às respectivas imagens de modo a reconstruir sequencialmente o poema. Ao participante era, então, fornecido o poema escrito para verificação. A segunda parte da actividade consistia em encontrar no poema referências às áreas da Cultura: Pintura, Arquitectura, Música, Teatro, Química, Física e Tecnologia. De seguida deveriam distribuir placas com o nome dessas áreas da cultura pelas respectivas posições. Por fim, os participantes deveriam ainda identificar no poema épocas e colocar junto dos respectivos versos pequenas placas com os séculos XII, VI, IXX e XX inscritos.

## Amostra

O estudo incidiu sobre uma amostra de visitantes do Exploratório e decorreu durante uma semana.

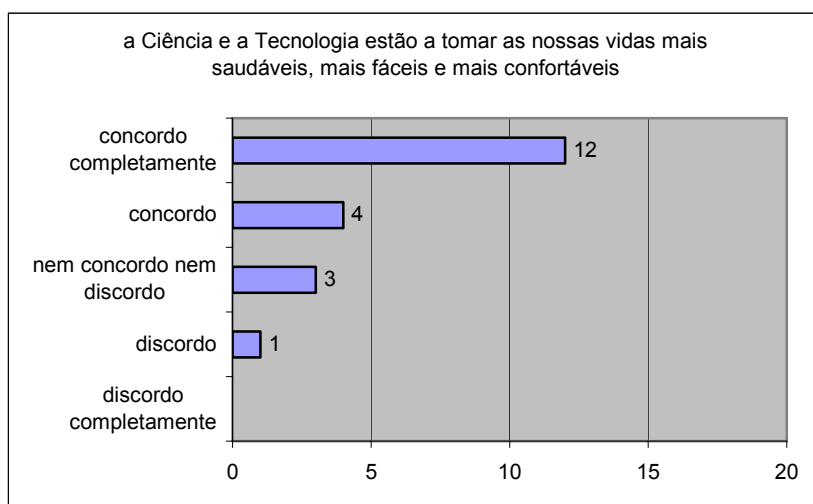
Nº	Idade	sexo		Nível de escolaridade					Formação académica	
		M	F	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	Sec	Sup.	Huma- nidades	Ciências
1	26	x					x			
2	42		x					x	x	
3	25		x				x			
4	34	x						x		x
5	22	x					x			
6	22		x					x		x
7	23		x					x		x
8	25		x					x		x
9	16		x			x				
10	38		x					x	x	
11	33	x						x		x
12	31		x					x		x
13		x						x		x
14			x					x		x
15	54		x					x		x
16		x						x		x
17	29		x					x		x
18	24	x					x			
19		x						x		x
20	31	x						x		x
TOTAL		9	11			1	4	15	2	13

A amostra é formada fundamentalmente por adultos com idades compreendidas entre os 54 e 22 anos, a maioria com formação superior em ciências.

## Resultados

### Aprendizagem de Ciência

Segundo a opinião manifestada pelos participantes nesta actividade, o nível de concordância ou discordância em relação à afirmação “a Ciência e a Tecnologia estão a tomar as nossas vidas mais saudáveis, mais fáceis e mais confortáveis” está descrito no seguinte gráfico:



A maioria dos participantes manifestou a sua total concordância com aquela afirmação e apenas um não concorda. Perante esta opinião, com a realização da actividade, parece que os participantes reconheceram os benefícios da Ciência e da Tecnologia. Do mesmo modo, parece também legítimo afirmar que a imagem e a Poesia funcionaram como forma de transmitir Ciência, o que está patente nalgumas opiniões escritas pelos visitantes:

“A ligação entre a Poesia e a Ciência está muito bem conseguida nesta experiência, bem como a sequência de imagens que nos transmitem facilmente a ideia do autor.” (12, sup. ciências, F, 31 anos)

“Acho que é uma actividade muito interessante, que nos aponta vários aspectos da Ciência e da cultura. Da evolução do passar dos séculos e o que neles de importante aconteceu.” (7, sup. ciências, F, 23 anos)

Outros identificaram pontes conceptuais entre a Ciência e a Cultura

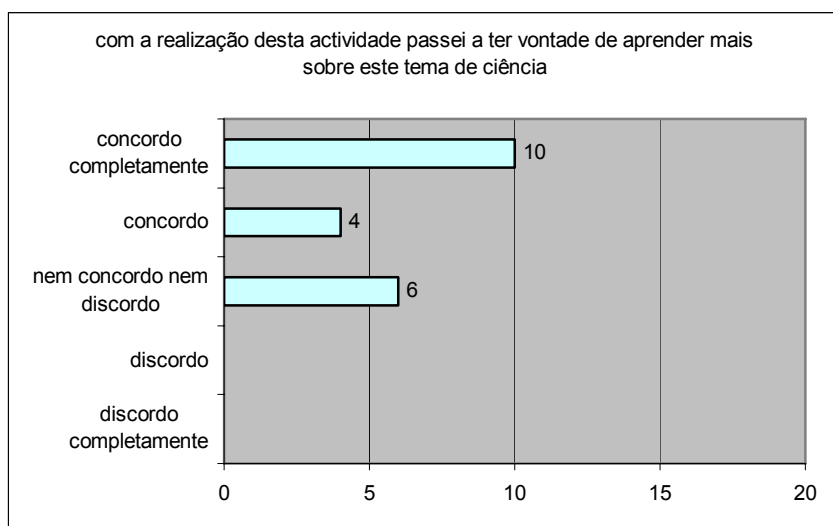
“Parece-me interessante ligar os vários saberes do conhecimento.” (19, sup. ciências, M, anos)

“A actividade está gira. Bastante educativa. É um bom exemplo de educação cultural e cientico-tecnológica que relaciona ainda várias épocas, fazendo a contextualização histórica (de que nem sempre nos lembramos ou descoramos).” (6, sup. ciências, F, 22 anos)

“Gostei da experiência, achei bastante interessante o facto do poema estar por ordem cronológica.” (18, sec., M, 24 anos)

### Mudança de atitudes perante a Ciência

A opinião acerca da vontade dos participantes em aprender mais sobre este tema de Ciência depois da realização desta actividade, está traduzida no gráfico que se segue:



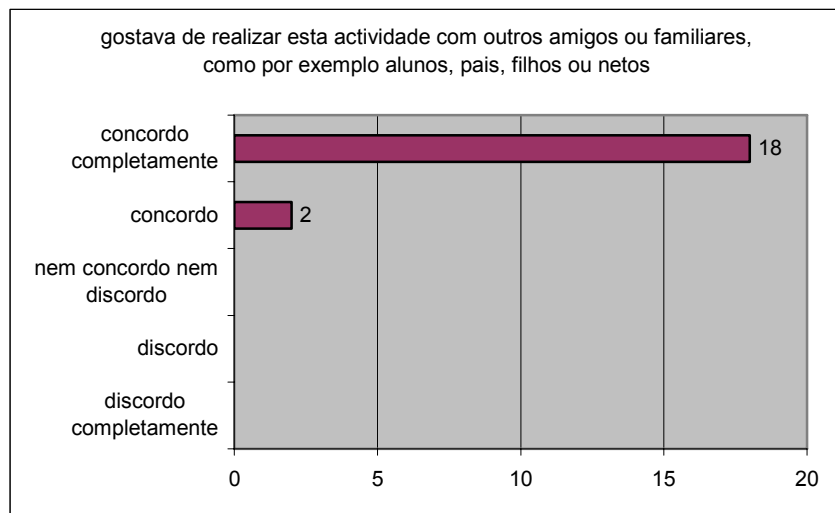
Nenhum dos participantes mostrou discordar da afirmação “Com a realização desta actividade passei a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência”. A maioria assinalou que concordava com ela. Parece-nos que a actividade proporcionou uma motivação para uma futura aquisição de conhecimentos sobre o tema em questão como foi traduzido por escrito por este visitante:

“Muito divertido, testa conhecimentos em muitas áreas e promove o querer saber mais.” (5, sup. ciências, M, 22 anos)

### Satisfação pessoal

O gráfico seguinte representa as escolhas dos participantes relativamente ao gosto em realizar esta actividade com outros amigos ou familiares:



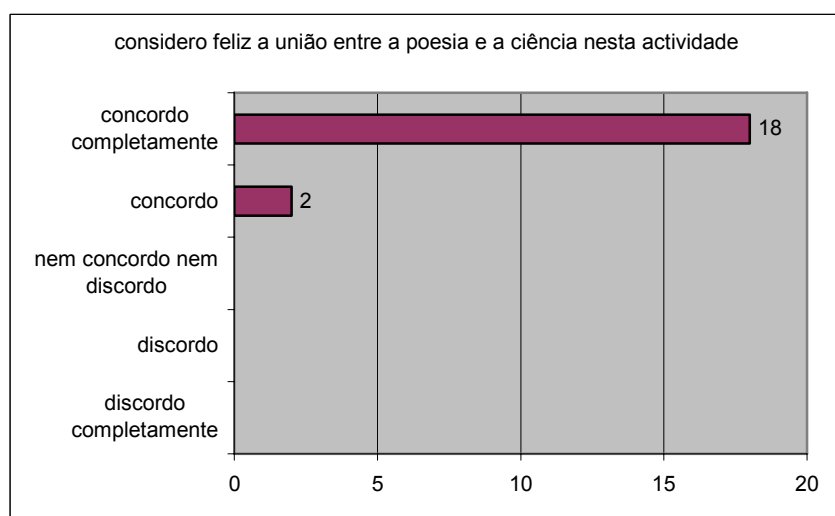


Constata-se que as opções “concordo” e “concordo completamente” foram as únicas a serem escolhidas, e a maioria diz concordar completamente, o que parece traduzir o interesse da maioria dos intervenientes na realização da actividade.

“Esse exercício poderia ser feito na escola.” (2, sup. humanidades, F, 42 anos)

Esta participante é professora e comentou que quando analisava este poema na escola também fazia uma abordagem por áreas diferentes de cultura.

A opinião dos participantes quanto à união entre a Poesia e a Ciência nesta actividade está descrita no gráfico que se segue:

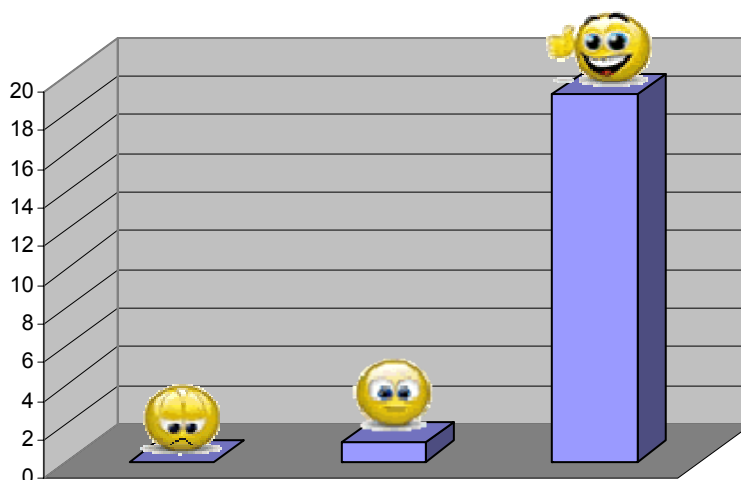


A maioria dos participantes concordou plenamente que a união entre Ciência e Poesia nesta actividade é uma união feliz e ninguém discordou. Opiniões escritas pelos participantes confirmam este juízo, tais como:

“A ligação entre a Poesia e a Ciência está muito bem conseguida nesta experiência, (...)” (12, sup. ciências, F, 31 anos)

“Penso que esta actividade está muito bem elaborada.” (17, sup. ciências, F, 29 anos)

O gráfico seguinte indica o número de escolhas dos participantes relativamente às expressões faciais que traduzem o que sentiram ao realizar a actividade:



A terceira expressão facial foi largamente escolhida, o que na nossa opinião parece traduzir uma grande satisfação dos participantes. Esta opinião é corroborada por muitos deles tanto em opiniões escritas como em expressas verbal e espontaneamente.

Muitos dos participantes quando realizavam a actividade cantavam a canção de Manuel Freire, parecendo estabelecer de imediato uma ligação a outra área da cultura, a música. Parece também, que desta forma, dão razão a António Gedeão, quando afirmou numa entrevista a José Gomes<sup>14</sup>: “O sonho comanda a vida! Quando escrevi a Pedra Filosofal foi uma forma de abanar com muita gente, tirá-las do amorfismo a que se tinham acomodado tempo demais. Mas continuo a acreditar que o

<sup>14</sup> <http://movimentum.blogs.sapo.pt/2006/11/>

seu êxito se deve, sobretudo, a ter sido musicado e cantado pelo Manuel Freire!... O poema, por si só, não tem a força que lhe deu a música e a voz do Manel...”. Por outro lado, esta parece-nos uma manifestação espontânea de satisfação. Alguns participantes também o manifestaram por escrito:

“Obrigado. Maravilhoso. Abriu-me os olhos.” (16, sup. ciências, M, anos)

“É uma área de aplicação da Ciência que ultimamente me tem ocupado os tempos livres. Por isso, foi com muito agrado que participei neste exercício.” (13, sup. ciências, M, anos)

“Gostei do que fiz nesta actividade. Aprendi mais sobre as ciências e um pouco mais de história.” (9, 3º ciclo, F, 16 anos)

“Gostei muito da experiência! É muito interessante no sentido que relaciona temas e tempos ao longo do poema. (...)” (8, sup. ciências, F, 25 anos)



## Actividade 8 – Lágrima de Preta

### Poema

*“Lágrima de preta”*

*Encontrei uma preta  
que estava a chorar,  
pedi-lhe uma lágrima  
para a analisar.*

*Recolhi a lágrima  
com todo o cuidado  
num tubo de ensaio  
bem esterilizado.*

*Olhei-a de um lado,  
do outro e de frente:  
tinha um ar de gota  
muito transparente.*

*Mandei vir os ácidos,  
as bases e os sais,  
as drogas usadas  
em casos que tais.*

*Ensaiei a frio,  
experimentei ao lume,  
de todas as vezes  
deu-me o que é costume:*

*nem sinais de negro,  
nem vestígios de ódio.  
Água (quase tudo)  
e cloreto de sódio.*

António Gedeão (*in* Gedeão, 2004)

### Sobre o poema

António Gedeão aplica neste poema quase que um protocolo de análise de águas. Assim, na primeira quadra descreve o objecto de análise: “uma lágrima de preta”. Na segunda quadra diz como se deve preceder à recolha da amostra. Deve ser “com todo o cuidado num tubo de ensaio bem esterilizado”, à semelhança do que

realmente acontece na análise química, os recipientes de recolha de amostras devem estar bem esterilizados.

De seguida, como se de um protocolo rígido se tratasse, continua dizendo que o olha “de um lado do outro e de frente: tinha um ar de gota muito transparente”, como se à turvação se estivesse a referir, e que nada encontrou.

Continuando a seguir o protocolo, passa à análise química. Para isso são necessários reagentes: “Mande vir os ácidos, as bases e os sais, as drogas usadas em casos que tais”. Também aqui na realidade existem reagentes bem determinados para dosear ou detectar a presença de determinados contaminantes.

Por fim, na última quadra surge a interpretação dos resultados, que em análise de águas se faz por comparação entre limites máximos e mínimos de quantidade de substância na amostra ou pela sua própria existência ou não. Aqui António Gedeão vai mais longe, diz não encontrar “sinais de negro nem vestígios de ódio”, passando-os assim para o nível das construções da imaginação do homem. Só encontra aquilo que na realidade existe e a Ciência pode provar existir “Água (quase tudo) e cloreto de sódio”. O autor utiliza a Ciência como algo universalmente aceite e não questionável, reforçado pelo uso da forma de um protocolo, para fundamentar o anti-racismo.

## **Material**

*Kit de análise de águas.* Águas provenientes de várias fontes: torneira (água de abastecimento urbano), poços, lagos, fontanários, etc..., existentes no local da experiência ou que os próprios participantes possam trazer consigo.

## **Objectivos cognitivos**

- Conhecer a composição química de uma água.
- Conhecer procedimentos de análise de água.

## **Procedimento**

O visitante lê o poema e interpreta-o. Depois é levado a questionar-se: como se pode afinal saber o que contém a água? Perante esta pergunta, tem à disposição um

*kit* com o qual pode analisar amostras de água já existentes no local de realização da actividade (água da torneira e água do mar) ou que ele próprio tenha trazido consigo.





## Actividade 9 – Poema de Galileu

### Poema

#### *“Poema para Galileu”*

*Estou olhando o teu retrato, meu velho pisano,  
aquele teu retrato que toda a gente conhece,  
em que a tua bela cabeça desabrocha e floresce  
sobre um modesto cabeção de pano.  
Aquele retrato da Galeria dos Ofícios da tua velha Florença.  
(Não, não, Galileo! Eu não disse Santo Ofício.  
Disse Galeria dos Ofícios.)  
Aquele retrato da Galeria dos Ofícios da requintada Florença.*

*Lembras-te? A Ponte Vecchio, a Loggia, a Piazza della Signoria...  
Eu sei... eu sei...  
As margens doces do Arno às horas pardas da melancolia.  
Ai que saudade, Galileo Galilei!*

*Olha. Sabes? Lá em Florença  
está guardado um dedo da tua mão direita num relicário.  
Palavra de honra que está!  
As voltas que o mundo dá!  
Se calhar até há gente que pensa  
que entraste no calendário.*

*Eu queria agradecer-te, Galileo,  
a inteligência das coisas que me deste.  
Eu, e quantos milhões de homens como eu  
a quem tu esclareceste,  
ia jurar- que dispareste, Galileo!  
- e jurava a pés juntos e apostava a cabeça  
sem a menor hesitação-  
que os corpos caem tanto mais depressa  
quanto mais pesados são.*

*Pois não é evidente, Galileo?  
Quem acredita que um penedo caia  
com a mesma rapidez que um botão de camisa ou que um seixo da  
praia?  
Esta era a inteligência que Deus nos deu.*

*Estava agora a lembrar-me, Galileo,*

*daquela cena em que tu estavas sentado num escabelo  
e tinhas à tua frente  
um friso de homens doutos, hirtos, de toga e de capelo  
a olharem-te severamente.  
Estavam todos a ralhar contigo,  
que parecia impossível que um homem da tua idade  
e da tua condição,  
se tivesse tornado num perigo  
para a Humanidade  
e para a Civilização.  
Tu, embaraçado e comprometido, em silêncio mordiscavas os lábios,  
e percorrias, cheio de piedade,  
os rostos impenetráveis daquela fila de sábios.*

*Teus olhos habituados à observação dos satélites e das estrelas,  
desceram lá das suas alturas  
e poisaram, como aves aturdidinhas- parece-me que estou a vê-las -,  
nas faces grávidas daquelas reverendíssimas criaturas.  
E tu foste dizendo a tudo que sim, que sim senhor, que era tudo tal qual  
conforme suas eminências desejavam,  
e dirias que o Sol era quadrado e a Lua pentagonal  
e que os astros bailavam e entoavam  
à meia-noite louvores à harmonia universal.  
E juraste que nunca mais repetirias  
nem a ti mesmo, na própria intimidade do teu pensamento, livre e  
calma,  
aquelas abomináveis heresias  
que ensinavas e descrevias  
para eterna perdição da tua alma.  
Ai Galileo!  
Mal sabem os teus doutos juizes, grandes senhores deste pequeno  
mundo  
que assim mesmo, empertigados nos seus cadeirões de braços,  
andavam a correr e a rolar pelos espaços  
à razão de trinta quilómetros por segundo.  
Tu é que sabias, Galileo Galilei.*

*Por isso eram teus olhos misericordiosos,  
por isso era teu coração cheio de piedade,  
piedade pelos homens que não precisam de sofrer, homens ditosos  
a quem Deus dispensou de buscar a verdade.  
Por isso estoicamente, mansamente,  
resististe a todas as torturas,  
a todas as angústias, a todos os contratempos,  
enquanto eles, do alto incessível das suas alturas,  
foram caindo,*

*caindo,  
caindo,  
caindo,  
caindo sempre,  
e sempre,  
ininterruptamente,  
na razão directa do quadrado dos tempos.*

António Gedeão (*in* Gedeão, 2004)

## **Sobre o Poema**

António Gedeão começa por recordar Galileu em Florença, na sua galeria, servindo-se para isso da memória do seu retrato. Na terceira estrofe faz referência ao dedo de Galileu, que se encontra exposto no Museu de Ciência de Florença, como se de uma relíquia de um Santo se tratasse. Tal facto é denunciado pelos dois últimos versos desta estrofe, “se calhar até há gente que pensa /que entraste no calendário”, pois todos os dias do ano estão dedicados a Santos da Igreja Católica. Deste modo, para Gedeão, Galileu ocupa na Ciência o mesmo local “hierárquico” que os Santos ocupam na Igreja Católica. Tal como os devotos aos Santos, agradece-lhe pelo conhecimento e revelação, de que todos os corpos caem com a mesma rapidez, a ele e todos os outros milhões de homens que tinham o conceito aristotélico de que os corpos “caem tanto mais depressa quanto mais pesados são”.

Na sexta estrofe recorda o quadro do julgamento de Galileu que retrata o episódio dos Sábios da Igreja a impor a ideia do geocentrismo, oficialmente aceite na época. Enquanto tal Galileu permanecia em silêncio, mas convicto das suas ideias heliocêntricas. Tão convicto estava que os olhava “cheio de piedade” por aqueles homens serem ignorantes e assim permanecerem.

Na sétima estrofe descreve o julgamento. Nele, Galileu limita-se a afirmar, sem convicção, o que os juízes querem: “conforme suas eminências desejarem / e diria que o Sol é quadrado e a Lua pentagonal”. No entanto, mal sabiam os juízes que apesar de se pensarem parados “andavam a correr pelo espaço / a uma velocidade de trinta quilómetros por segundo”, tal como Galileu sabia e tinha afirmado.

No início da oitava estrofe, António Gedeão volta a fazer uma alusão à religião onde Galileu quase assume o papel de Cristo, sentindo piedade pelos “homens ditosos a quem Deus dispensou de buscar a verdade”. Ele resistiu e, a seguir a ele, a sua verdade, enquanto que a verdade dos “homens ditosos” foi caindo, caindo na razão quadrada do quadrado dos tempos, isto é, a verdade dos “homens ditosos” caiu como um grave a ponto de hoje já não ser uma verdade.

## **Objectivos**

- Reconhecer que todos os corpos à superfície da Terra caem com a mesma aceleração.
- Conhecer a história da vida de Galileu.
- Conhecer algumas obras de arte sobre Galileu.

## **Material**

Imagem do quadro do Retrato de Galileu. Imagem do relicário com o dedo do Galileu. Imagem do quadro do julgamento de Galileu. Uma pedra e um novelo de lã do mesmo tamanho. Uma cadeira. Sensor de posição, uma máquina de calcular ou um computador, uma interface.

## **Procedimento**

Viajar ao longo do poema com informação áudio. O visitante vai caminhando ao longo de um corredor onde vão aparecendo imagens ou actividades para executar. À medida que caminha vai ouvindo o poema ou instruções para fazer a actividade. Junto à imagem do quadro do Retrato de Galileu ouve a história de cientista, onde nasceu onde viveu, o que investigou, etc..., e as duas primeiras estrofes do poema. Junto à imagem do relicário com o dedo de Galileu ouve a terceira estrofe e a história do próprio dedo. De seguida o visitante continua a caminhar no corredor até que encontra algum material. Aí houve a quarta e a quinta estrofes e instruções para realizar uma experiência de queda dos graves. Primeiro deve deixar cair o novelo e a pedra simultaneamente e constatar que os dois chegam ao chão ao mesmo tempo. Depois deve deixar cair cada um de sua vez por baixo de um sensor de posição, ligado a uma máquina de calcular ou a um computador e verificar que o movimento que

executam é do mesmo tipo e confirmar que o tempo de queda é igual. De seguida, junto ao quadro do julgamento de Galileu, senta-se numa cadeira, ouve a história da relação do cientista com o Santo Ofício, as sexta e sétima estrofes e é informado que, tal como os juízes, também se está a deslocar a trinta quilómetros por segundo. Finalmente ouve a oitava estrofe.



## Actividade 10 - Mãezinha

### Poema

#### *“Mãezinha”*

*A terra de meu pai era pequena  
e os transportes difíceis.  
Não havia comboios, nem automóveis, nem aviões, nem misséis.  
Corria branda a noite e a vida era serena.*

*Segundo informação, concreta e exacta,  
dos boletins oficiais,  
viviam lá na terra, a essa data,  
3023 mulheres, das quais  
45 por cento eram de tenra idade,  
chamando tenra idade  
à que vai do berço até à puberdade.*

*28 por cento das restantes  
eram senhoras, daquelas senhoras que só havia dantes.  
Umas, viúvas, que nunca mais (oh! nunca mais!) tinham sequer sorrído  
desde o dia da morte do extremoso marido;  
outras, senhoras casadas, mães de filhos...  
(De resto, as senhoras casadas,  
pelas suas próprias condições,  
não têm que ser consideradas  
nestas considerações.)*

*Das outras, 10 por cento,  
eram meninas casadoiras, seriíssimas, discretas,  
mas que por temperamento,  
ou por outras razões mais ou menos secretas,  
não se inclinavam para o casamento.*

*Além destas meninas  
havia, salvo erro, 32,  
que à meiga luz das horas vespertinas  
se punham a bordar por detrás das cortinas  
espreitando, de revés, quem passava nas ruas.*

*Dessas havia 9 que moravam  
em prédios baixos como então havia,  
um aqui, outro além, mas que todos ficavam  
no troço habitual que o meu pai percorria,  
tranquilamente no maior sossego, às horas em  
que entrava e saía do emprego.*

*Dessas 9 excelentes raparigas  
uma fugiu com o criado da lavoura;  
5 morreram novas, de bexigas;  
outra, que veio a ser grande senhora,  
teve as suas fraquezas mas casou-se  
e foi condessa por real mercê;  
outra suicidou-se  
não se sabe porquê.*

*A que sobeja  
chama-se Rosinha.  
Foi essa que o meu pai levou à igreja.  
Foi a minha mãezinha.*

António Gedeão (in Gedeão, 2004 )

## **Sobre o Poema**

Neste poema “Mãezinha”, António Gedeão começa por considerar a população feminina da aldeia do seu pai. Definiu a aldeia como pequena e isolada e sem acontecimentos de monta para relatar.

Na segunda estrofe afirma que viviam “lá na terra 3023 mulheres”. De seguida categoriza-as e apresenta-as por percentagem: 45% eram de “tenra idade”, 28% das restantes “eram senhoras”. Na terceira estrofe continua e diz que 10% “eram meninas casadoiras”, mas que por variadas razões não se inclinaram para o casamento. Para além de todas estas havia 32 “que à meiga luz das horas vespertinas se punham a bordar por detrás das cortinas”, estas eram enfim aquelas que podiam casar.

Destas 32, apenas “9 moravam em prédio baixos” que “ficavam no troço habitual” que seu pai percorria “às horas de saída e entrada do emprego”. Logo, era com uma dessas que seu pai poderia casar. Porém, dessas nove uma fugiu com um criado, cinco morreram de bexigas, outra casou-se e foi condessa e outra, ainda, se suicidou. Sobejou apenas a Rosinha com quem o pai se casou e foi a sua “mãezinha”.

## **Objectivos**

- Conhecer o significado de uma equação.



- Saber resolver um problema matemático.

## Material

Quadro branco. Marcadores. Uma máquina de calcular.

## Procedimento

Num quadro está o poema do lado esquerdo. Do lado direito está um texto com espaços em branco, que o visitante vai tendo que completar à medida que vai lendo o poema, como se exemplifica:

Dessas \_\_\_\_ excelentes raparigas - \_\_\_\_ fugiu com o criado da lavoura = \_\_\_\_

\_\_\_\_ - \_\_\_\_ morreram novas com bexigas = \_\_\_\_



## **Actividade 10 – *Era uma vez um cientista***

### **Poema**

“O Ilimitável Oceano”

*Thales de Mileto*

*Tentaste compreender  
as leis do teu universo,  
sem aos deuses recorrer:  
descobrir é um reverso.*

*(...)*

*Newton*

*Da qualidade oculta de tudo,  
não cuido, não sei. Não é de ofício  
sério sabê-lo: o tudo é mudo  
e forçar-lhe a fala é sério vício.  
Dos fenómenos, deduzo leis  
de movimento e destas derivo  
qualidades e acções: vereis  
que o saber, assim, avança, altivo.*

*(...)*

Eugénio Lisboa (*in* Lisboa, 2001)

### **Sobre o Poema**

Neste livro, Eugénio Lisboa apresenta-nos uma sequência de poemas ao longo da História e das descobertas científicas, sobretudo nos domínios da Geometria, da Física e da Astronomia. Encontramos aqui poemas que vão desde Thales Mileto a

Einstein, passando por Anaxágoras, Pitágoras, Empédocles, Demócrito, Euclides, Teodoro, Arquimedes, Ptolomeu, Bartolomeu Dias, Copérnico, Galileu, Kepler, Descarte, Pascal, Newton, Van Gogh e Bohr. “É um caminho dos *argonautas* feito de enorme vontade de conhecer. Como se diz no díptico dedicado a Demócrito: *Prefiro entender o que sei/ a poder ser, na Pérsia, rei*. Caminho feito sob o rigor da geometria: *Um percurso exacto/ Um discurso claro*, como diz, justamente, no poema dedicado a Euclides, pai da geometria” (Serrano, 2001).

O livro inicia-se com uma epígrafe de Milton onde se refere a existência da vida, que provém do *escuro e ilimitável oceano*, e a ele novamente regressará não restando nada. A primeira parte do livro faz a apologia das conquistas do homem, transmitindo assim uma certa esperança. Na segunda parte, que corresponde aos cientistas que viveram na época das descobertas da Física Atômica, dá um alerta para o perigo de o Homem passar os limites do horror e regressar dessa forma ao *Ilimitável oceano*.

## Objectivos

- conhecer episódios da História da Ciência
- conhecer alguns nomes importantes da História da Ciência
- conhecer alguns feitos importantes e associá-los aos respectivos cientistas

## Material

Um tabuleiro de jogo. Dois piões e um dado. Fotografias de cientistas. Cartões de jogo com os nomes dos cientistas e alguns dos seus maiores feitos (ver anexo 7).

## Procedimento

Jogo de estratégia e de correspondências entre os cientistas e os poemas.

Regras do jogo:

- ♣ Há duas equipas em jogo, cada uma tem um pino que se move o número de casas igual ao número de pintas do dado que foi lançado.

- ♣ Cada equipa joga até perder a vez: sempre que não acertar no nome do cientista ou não conseguir colocar o pino numa casa pergunta, isto é uma casa

C

- ♣ Cada equipa começa o jogo com 20 pontos.
- ♣ Cada vez que uma equipa entra em jogo pode lançar o dado duas vezes e andar com o pino para trás e para a frente até conseguir parar numa casa

C

- ♣ Nessa casa tem direito a que a banca lhe leia um poema. Podem então tentar adivinhar que cientista Eugénio Lisboa queria homenagear. Se o conseguirem, ganham a respectiva fotografia que preencherá essa casa, cinco pontos e continuarão a jogar. Se não souberem, podem optar por comprar uma dica por três pontos. Se conseguirem acertar, ganham a fotografia do cientista, não ganham pontos, mas continuam em jogar.
- ♣ Sempre que não conseguirem acertar no cientista, passa a equipa adversária a jogar.
- ♣ O objectivo do jogo é chegar ao fim do percurso com o maior número possível de cientistas identificados e o maior número de pontos acumulados.



## 5. Conclusões

O propósito geral deste trabalho era explorar confluências entre Ciência e Poesia, duas linguagens aparentemente inconciliáveis, procurando, ao mesmo tempo, ajudar a criar uma perspectiva transversal e integradora de saberes e uma utilização da Poesia como instrumento complementar para a comunicação da Ciência, designadamente em centros interactivos. Consideradas experiências próximas conhecidas, deveria tomar-se como ponto de partida uma colecção de poemas de poetas portugueses do século XX e chegar a um produto original que, além de tratar as duas vertentes da cultura em pé de igualdade, pudesse traduzir-se num conjunto de actividades úteis no domínio da comunicação da Ciência. Este desiderato foi genericamente realizado, através de um conjunto representativo de 11 poemas-actividades (designados por binómios Poesia-Ciência neste trabalho) dos quais 7 foram implementados e sujeitas a uma primeira avaliação, quer na dimensão cognitiva quer na dimensão afectiva.

Uma avaliação na dimensão cognitiva passa pelo conceito de aprendizagem em contexto não formal, em particular no cenário de uma visita a uma exposição interactiva de Ciência. Registe-se que a experiência museológica, entendida como uma visita a uma exposição, participação em eventos ou outras actividades em Museus ou Centros de Ciência, fomenta uma cultura de aprendizagem voluntária e lúdica. Segundo, Gammon (2003) “aprender é um processo de envolvimento activo com a experiência. É o que as pessoas fazem quando interpretam o mundo. Pode envolver o desenvolvimento das capacidades, do conhecimento e da compreensão, dos sentimentos e da capacidade de reflectir. Pode envolver mudança de valores, atitudes e crenças. A aprendizagem efectiva conduz à mudança, ao desenvolvimento e ao desejo de aprender mais”. Este autor preconizou um modelo de aprendizagem, neste sentido lato, listando indicadores que graduou como fracos, médios e fortes. Este modelo foi utilizado como orientação na discussão global dos resultados das actividades, aliado à apreciação do impacto pessoal nos participantes das actividades

Ciência-Poesia desenvolvidas, designadamente no que toca à aprendizagem em Ciência, mudança de atitude perante a Ciência e satisfação pessoal.

## **Dimensão cognitiva**

Quando reflectimos sobre a avaliação desta dimensão especialmente nas actividades *O burro e o carro*, *Olhar e ver*, *Haverá alguém como tu?*, *A diversidade biológica* e *Pedra filosofal*, verificámos que os objectivos cognitivos estabelecidos para cada actividade terão sido atingidos pela maioria dos participantes. Isto decorre das observações feitas, das afirmações escritas pelos participantes e do grau de concordância ou discordância que estes manifestaram perante uma afirmação pré-estabelecida. Em particular, setenta e sete dos noventa e um participantes envolvidos (85%) naquelas cinco actividades fizeram opções acertadas perante estas afirmações.

Baseando-nos no modelo de Gammon (2003) relativamente aos indicadores da aprendizagem que ocorre em actividades museológicas, esta constatação poderá não ser um indicador forte de aprendizagem cognitiva, pelo facto de ter sido obtida da opinião dos visitantes face a afirmações pré-estabelecidas. No entanto, as observações que fizemos e os comentários dos participantes permitem-nos indicadores mais fortes. São disso exemplo as referências de alguns participantes das actividades *A biodiversidade* e *O burro e o carro*, ao facto de um assunto de Ciência, que é difícil, se ter tornado acessível ao realizar a actividade. A discussão do conteúdo científico desta experiência, pelos intervenientes, foi outro aspecto que evidencia bons acréscimos ou consolidação de conhecimento.

O número de ligações correctas que os intervenientes da actividade Arco-íris fizeram entre conceitos científicos e os versos do poema, evidenciam, também, o interesse destas actividades na promoção do conhecimento científico.

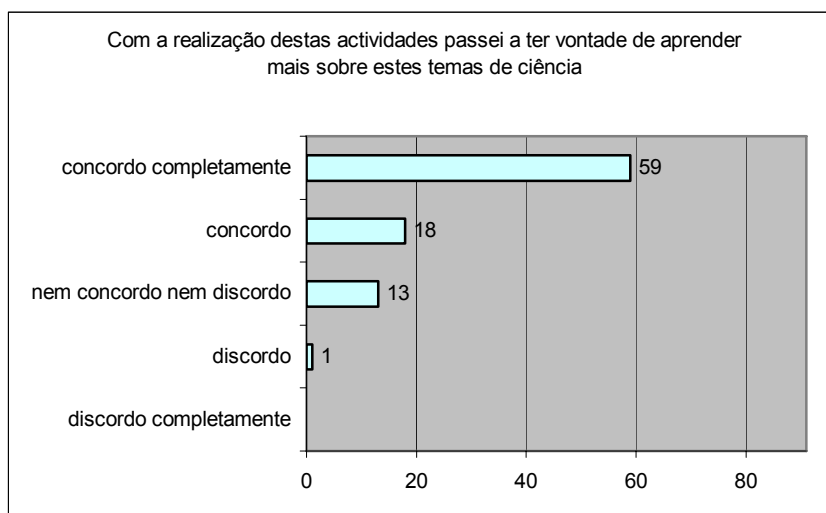
## **Dimensão afectiva**

### **Mudança de atitudes perante a Ciência**

O gráfico seguinte traduz em que medida os participantes consideraram que passaram a ter vontade de aprender mais sobre os temas de Ciência associados às



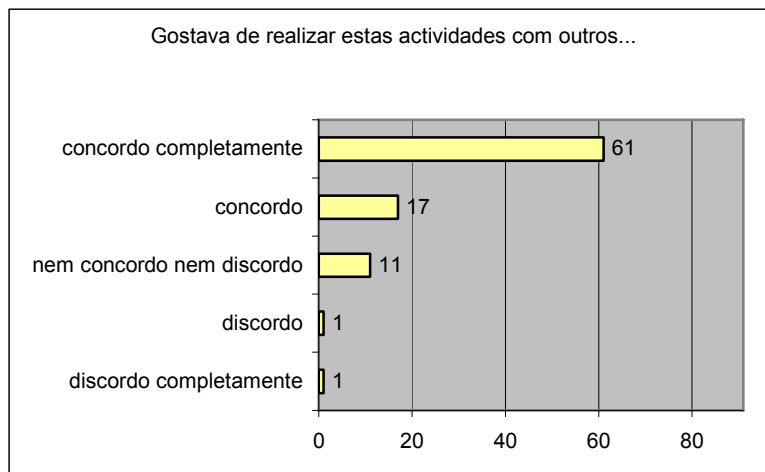
actividades: *O burro e o carro, Olhar e ver, Haverá alguém como tu?, A diversidade biológica e Pedra filosofal.*



Dos noventa e um participantes, a maioria (65%) concordou completamente que, com a realização destas actividades, passou a ter vontade de aprender mais sobre os temas de Ciência focados. Embora esta manifestação de opinião dos visitantes pareça evidenciar uma possível mudança de atitudes perante a Ciência, face às actividades desenvolvidas, temos poucos indicadores mais fortes que a apoiem. Poucos foram os participantes que espontaneamente se expressaram relativamente às suas mudanças de atitudes ou se referiram a novas perspectivas proporcionadas pelas actividades, quer através de comentários escritos quer orais. No entanto, encontramos evidências pelo número e tipo de perguntas que os visitantes formularam durante a realização da actividade *Haverá alguém como tu?*, bem como a manifestação de interesse em saber a resposta.

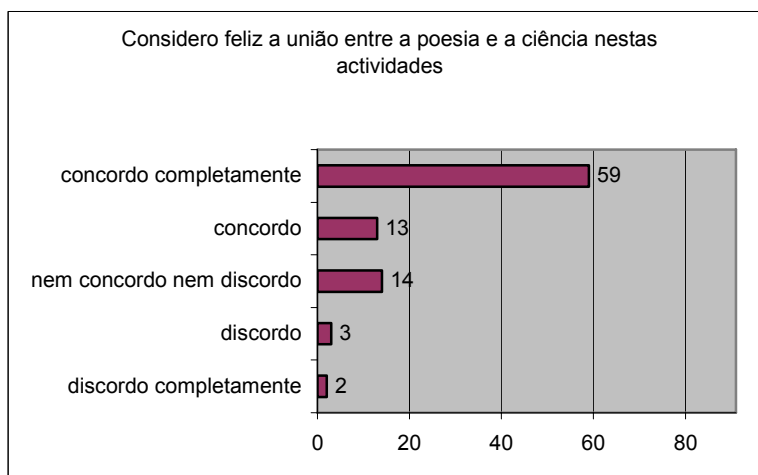
### Satisfação pessoal

O gráfico seguinte traduz o número de escolhas dos participantes relativamente ao gosto em realizar, com outros amigos ou familiares, as actividades: *O burro e o carro, Olhar e ver, Haverá alguém como tu?, A diversidade biológica e Pedra filosofal.*



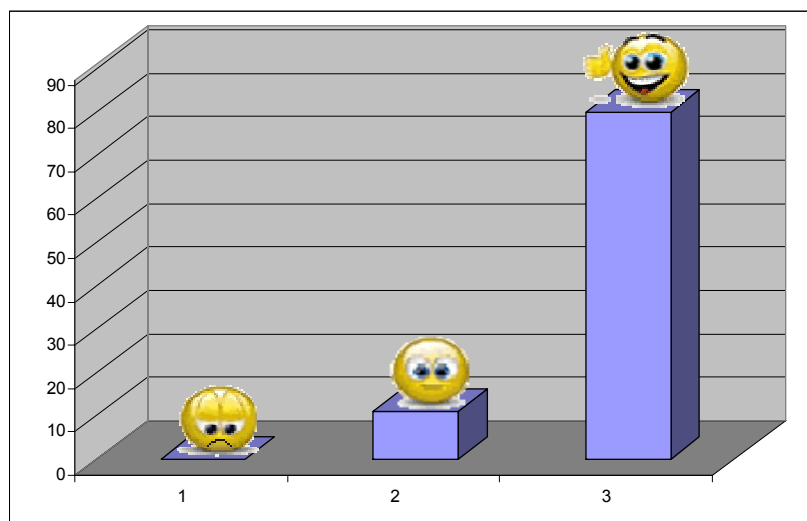
A maioria dos participantes, 85%, afirma concordar com a afirmação “gostava de realizar esta actividade com outros amigos e familiares, como por exemplo alunos, pais, filhos ou netos”. Este é, no entanto, um indicador fraco, uma vez que os participantes não o expressaram espontaneamente. A escolha aqui manifestada pode ter sido baseada tanto no prazer aportado pela própria da actividade, como pela interacção social na participação em grupo. Efectivamente, algumas actividades envolviam cooperação entre mais do que um participante. Aí, foi notória a colaboração entre eles. Noutros casos, observámos alguns visitantes que, após terminarem a actividade, chamavam outros colegas ou pais para com eles repetirem a tarefa. Estes são indicadores mais significativos.

A opinião dos participantes quanto à união entre a Poesia e a Ciência nas actividades *O burro e o carro*, *Olhar e ver*, *Haverá alguém como tu?*, *A diversidade biológica* e *Pedra filosofal*, está descrita no gráfico que se segue:



Quando questionámos os participantes sobre se consideravam feliz a união entre a Poesia e a Ciência nestas actividades, a maioria, 65% concordou completamente. De novo, este poderá não passar um indicador médio/fraco. No entanto, neste caso, os participantes foram profícuos na escrita de opiniões favoráveis a esta união.

O gráfico seguinte indica o número de escolhas dos participantes relativamente às expressões faciais que traduzem o que sentiram ao realizar as actividades: *O burro e o carro*, *Olhar e ver*, *Haverá alguém como tu?*, *A diversidade biológica* e *Pedra filosofal*.



A terceira expressão facial foi de longe a mais escolhida (89%), o que traduz uma grande satisfação dos visitantes na realização das actividades. Esta opinião é confirmada pelas muitas manifestações de agrado expostas por escrito e oralmente. Neste sentido, observámos vários comportamentos dos participantes nas actividades: a focarem a atenção o tempo necessário para completarem a actividade, a chamarem outros visitantes para a ver, a expressarem interesse na actividade e a descrevê-la espontaneamente como agradável e divertida e a repetirem várias vezes a realização de actividades – um indicador forte de satisfação pessoal.

Reflectindo sobre os resultados globais, o nosso estudo sugere que as actividades que integram Ciência e Poesia se revelaram bastante úteis na promoção da cultura e da aprendizagem tanto a nível cognitivo como afectivo. Se, por um lado

promovem o interesse, o entusiasmo e a motivação para a Ciência, por outro podem proporcionar uma salutar integração de saberes, desde que devidamente enquadradas com os conhecimentos prévios e nível etário dos participantes.

A Poesia parece ser uma via fértil para os objectos cruzados da Arte e da Ciência (Cachapuz, 2007). Encontrar maneiras de architectar ligações entre a Ciência e a Arte não é perder tempo.

O poema certo no momento certo pode exercer um grande poder. Paradoxalmente, pensamento criativo, atenção ao detalhe e descoberta são características que podem ser encontradas num bom poema e que, ao mesmo tempo são cruciais à investigação científica.

As imagens e as metáforas de um poema podem clarificar e intensificar o significado dos conteúdos científicos.

Mesmo que não seja por razões académicas, mas sim por razões de interesse pessoal, deve-se sempre que possível diminuir o fosso que ainda separa a Arte da Ciência.

## Anexos

Poema: “Física” de José Saramago

**Colho esta luz solar à minha volta,  
No meu prisma a disperso e  
recomponho:  
Rumor de sete cores, silêncio branco.**

**Como flechas disparadas do seu arco,  
Do violeta ao vermelho percorremos  
O inteiro espaço que aberto num  
suspiro  
Se remata convulso em um grito rouco.**

- ☀ Luz branca.
- ☀ Refracção.
- ☀ Recomposição das sete cores do arco-íris em luz branca.
- ☀ Arco-íris.
- ☀ Dispersão.
- ☀ Decomposição da luz branca nas luzes das sete cores do arco-íris.

☀ Leia o poema.

☀ Faça a experiência. Estabeleça correspondências entre cada verso, ou conjunto de versos, do poema à esquerda e a coluna da direita.

**Depois todo o rumor se reconverte,  
Tornando as cores ao prisma que  
define,  
À luz solar de ti e ao silêncio.**

☀️ Escreva três palavras que traduzam o que sentiu ao realizar esta actividade \_\_\_\_\_

## Anexo 2 – *O burro e o carro*

Habilitações literárias: 1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	Secundário
Superior	Humanidades Ciências		
Idade: _____	Sexo: _____		
	F M		

Para cada uma das afirmações 1, 2, 3 e 4, expresse a sua opinião numa escala de 5 opções, em que a escolha 5 corresponde a concordar completamente, a escolha 1 corresponde a discordar completamente e a 3 corresponde ao valor neutro da escala (nem concordo nem discordo).

	Discordo completa- mente			Nem concordo nem discordo			Concordo completa- mente
1- Se o atrito não existisse o burro e o carro não entrariam em movimento.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>		<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	
2- Considero feliz a união entre a Poesia e a Ciência nesta actividade.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>		<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	
3- Gostava de realizar esta actividade com outros amigos ou familiares, como por exemplo, alunos, pais, filhos ou netos.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>		<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	
4- Com a realização desta actividade, passei a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>		<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	

5- Escolha a expressão facial que melhor traduz o que sentiu ao realizar esta actividade.



6- Apresente os comentários que entender




### Anexo 3 – *Olhar e ver*


Habilitações literárias: 1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	Secundário
Superior	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div>Humanidades</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div>Ciências</div> </div>		
Idade: _____ Sexo: F M			


Para cada uma das afirmações 1, 2, 3 e 4, expresse a sua opinião numa escala de 5 opções, em que a escolha 5 corresponde a concordar completamente, a escolha 1 corresponde a discordar completamente e a 3 corresponde ao valor neutro da escala (nem concordo nem discordo).

	Discordo completa- mente	1	2	3	4	5	Nem concordo nem discordo	Concordo completa- mente
1- Para ver um objecto é necessário que este esteja iluminado.		1	2	3	4	5		
2- Considero feliz a união entre a Poesia e a Ciência nesta actividade.		1	2	3	4	5		
3- Gostava de realizar esta actividade com outros amigos ou familiares, como por exemplo, alunos, pais, filhos ou netos.		1	2	3	4	5		
4- Com a realização desta actividade, passei a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência.		1	2	3	4	5		

5- Escolha a expressão facial que melhor traduz o que sentiu ao realizar esta actividade.







6- Apresente os comentários que entender

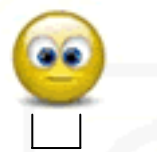
## Anexo 4 – *Haverá alguém como tu?*

Habilitações literárias: 1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	Secundário
Superior	Humanidades		
	Ciências		
Idade: _____	Sexo: _____		
	F M		

Para cada uma das afirmações 1, 2, 3 e 4, expresse a sua opinião numa escala de 5 opções, em que a escolha 5 corresponde a concordar completamente, a escolha 1 corresponde a discordar completamente e a 3 corresponde ao valor neutro da escala (nem concordo nem discordo).

	Discordo completa- mente			Nem concordo nem discordo			Concordo completa- mente
1- O que me faz diferente de todos os outros é o meu ADN.	1	2		3	4		5
2- Considero feliz a união entre a Poesia e a Ciência nesta actividade.	1	2		3	4		5
3- Gostava de realizar esta actividade com outros amigos ou familiares, como por exemplo, alunos, filhos ou netos.	1	2		3	4		5
4- Com a realização desta actividade, passei a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência.	1	2		3	4		5

5- Escolha a expressão facial que melhor traduz o que sentiu ao realizar esta actividade.



6- Apresente os comentários que entender

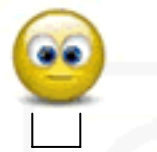
## Anexo 5 – A diversidade biológica

Habilitações literárias: 1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	Secundário
Superior	Humanidades Ciências		
Idade: _____	Sexo: F M		

Para cada uma das afirmações 1, 2, 3 e 4, expresse a sua opinião numa escala de 5 opções, em que a escolha 5 corresponde a concordar completamente, a escolha 1 corresponde a discordar completamente e a 3 corresponde ao valor neutro da escala (nem concordo nem discordo).

	Discordo completa- mente		Nem concordo nem discordo		Concordo completa- mente
1- Todas as folhas têm limbo.	1 <input type="text"/>	2 <input type="text"/>	3 <input type="text"/>	4 <input type="text"/>	5 <input type="text"/>
2- Considero feliz a união entre a Poesia e a Ciência nesta actividade.	1 <input type="text"/>	2 <input type="text"/>	3 <input type="text"/>	4 <input type="text"/>	5 <input type="text"/>
3- Gostava de realizar esta actividade com outros amigos ou familiares, como por exemplo, alunos, pais, filhos ou netos.	1 <input type="text"/>	2 <input type="text"/>	3 <input type="text"/>	4 <input type="text"/>	5 <input type="text"/>
4- Com a realização desta actividade, passei a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência.	1 <input type="text"/>	2 <input type="text"/>	3 <input type="text"/>	4 <input type="text"/>	5 <input type="text"/>

5- Escolha a expressão facial que melhor traduz o que sentiu ao realizar esta actividade.



6- Apresente os comentários que entender

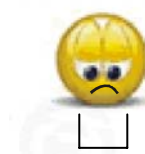
## Anexo 6 – *Pedra filosofal*

Habilitações literárias: 1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	Secundário
Superior	Humanidades Ciências		
Idade: _____	Sexo: F M		

Para cada uma das afirmações 1, 2, 3 e 4, expresse a sua opinião numa escala de 5 opções, em que a escolha 5 corresponde a concordar completamente, a escolha 1 corresponde a discordar completamente e a 3 corresponde ao valor neutro da escala (nem concordo nem discordo).

	Discordo completa- mente			Nem concordo nem discordo			Concordo completa- mente
1- A Ciência e Tecnologia estão a tornar as nossas vidas mais saudáveis, mais fáceis e mais confortáveis.	1	2		3	4		5
2- Considero feliz a união entre a Poesia e a Ciência nesta actividade.	1	2		3	4		5
3- Gostava de realizar esta actividade com outros amigos ou familiares, como por exemplo, alunos, pais, filhos ou netos.	1	2		3	4		5
4- Com a realização desta actividade, passei a ter vontade de aprender mais sobre este tema de Ciência.	1	2		3	4		5

5- Escolha a expressão facial que melhor traduz o que sentiu ao realizar esta actividade.



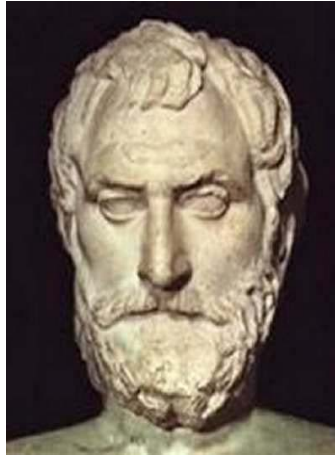
6- Apresente os comentários que entender

Exemplo de cartas e fotografias de cientistas do jogo Era Uma Vez Um Cientista

## **Thales de Mileto**

**D:** Dividiu o ano em 365 dias.

**F:** Fundou a mais antiga escola filosófica que se conhece - a Escola Jónica. Foi o primeiro astrónomo a explicar o eclipse do Sol.



## **Newton**

**D:** Disse modestamente "Se vi mais longe que os outros homens, foi por estar de pé nos ombros de gigantes", homenageando os trabalhos de cientistas que o precederam: Copérnico, Tycho Brahe, Kepler, Galileu.

**F:** Formulou várias leis da mecânica como a Lei Fundamental da Dinâmica ou a Teoria da Gravitação Universal.



## Bibliografia

ABBOTT, A. e RUTHERFORD, A. (2005) Artists on science scientists on art, *Nature*, 17, Março, vol. 434, nº 7031, pp 293

ABRAMS, N. e FEILER, N. (2002), *Greater than the Sum of Parts: A Poetry/Science Collaboration*, <http://wac.colostate.edu/llad/v6n2/abrams.pdf> Disponível em 30 de Maio de 2007

ALBER, M. (2001) Creative Writing and Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 78 (4), 478 - 480

BACHELARD, G. (1989) *A água e os sonhos*, Editora Martins Fontes, São Paulo

BARATA, L. (2006) Poesia e Ciência, in *Educação em Ciências, Cultura e Cidadania- Encontros em Castelo Branco*, Paixão, M. (coord.), Alma Azul, Castelo Branco

BENMASOUR, M. (2005) O inconsciente se lê e se escreve como um poema: condições poéticas do inconsciente psíquico, *Psicologia em Estudo*, vol. 10, nº 3 , Set/Dez, 463-469

BRANDÃO da LUZ , J. (1991) Criatividade científica, imaginação e metáfora, Graff, M. (compil.) *Poesia da Ciência, ciência da poesia – 1º Colóquio Literário Franco-Português*, Ponta Delgada

BRAUMANN, M. (2003) Criatividade artística e criatividade científica, Colóquio pluridisciplinar *O conhecimento Proibido – diálogo sobre os processos criativos das artes e das ciências*, Universidade de Évora.

CABRAL, E. (1999) Em busca das metáforas perdidas: uma experiência de realização de vídeos a partir da obra de Gaston Bachelard, *Política e Trabalho*, nº 15, Set., 141-150

CACHAPUZ, A. (2007) Arte e Ciência: que papel na educação em ciência?, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (2), 287-294

CARAÇA, J (2001) *Ciência*, Quimera, Lisboa

CARÉ, R. (2005), Ciência na Arte e Arte na Ciência – I, *Caminhos do conhecimento*, <http://scienceideias.blogspot.com/2005/11/cincia-na-arte-e-arte-na-cincia-i-06.html> Disponível em: 16 de Maio de 2007

CARUSO, F., CARVALHO, M. e FREITAS, M. (2002) Uma Proposta de Ensino e Divulgação de Ciências Através dos Quadrinhos, *Ciência e Sociedade*, CS008-02

COIMBRA, R. (1999) *Metáfora Poética e Analogia Científica: Um Ponto de Encontro*, Actas do 6º Congresso da Associação Internacional de Lusitanistas, Universidade Federal do Rio de Janeiro  
[http://www.geocities.com/ail\\_br/metaforapoeticaeanalogoia.html](http://www.geocities.com/ail_br/metaforapoeticaeanalogoia.html) Disponível em 30 de Maio de 2007

COLE, K. C. (2002) *Primeiro Constrói-se Uma Nuvem*, Coleção Aprender/Fazer ciência, Gradiva, Lisboa

COLLINI, S. (1996) Introdução in SNOW, C. P. *As duas culturas*, Editorial Presença, Lisboa

COSTA, A., ÁVILA, P. e MATEUS, S. (2002) *Públicos da Ciência em Portugal*, Gradiva

COSTA, P. (2007), Darwin e o canto dos canários cegos, *De Rerum Natura*, <http://dererummundi.blogspot.com/2007/05/darwin-e-o-canto-dos-canrios-cegos.html> Disponível em: 16 de Maio de 2007

CRATO, N. (2005), Ciência na Arte e Arte na Ciência – II, *Caminhos do conhecimento*, <http://scienceideias.blogspot.com/2005/11/cincia-na-arte-e-arte-na-cincia-ii.html> Disponível em: 16 de Maio de 2007

ESTRELA, A. (1984) *Teoria e Prática de Observação de Classes - Uma Estratégia de Formação de Professores*, Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.

- FIOLHAIS, C. (2003 a) Física e Poesia, *Gazeta de Física*, **26**, fasc. 1, 44-45.
- FIOLHAIS, C. (2003 b) Física e Poesia têm pontos de contacto, *Gazeta de Física*, **26**, fasc. 1, 46.
- FIOLHAIS, C. (2003) Ciência e arte, in Fausto, R, Fiolhais, C. e Queiró, J. (coord.), *Fronteiras da Ciência – Desenvolvimentos Recentes-Desafios Futuros*, Gradiva
- FIOLHAIS, C. (2006), Ciência em palco, *Partilha de Cena*, nº 0, especial “Teatro e ciência”, Dezembro, Coimbra
- FORBES, P. (2005) Poetry and science: greatness in little, *Nature*, 17, Março, vol. 434, nº 7031, 320-420
- FRAGATEIRO, C. (2000), Teatro da Trindade,  
<http://teatrotrindade.inatel.pt/html/arttxt.html> Disponível em: 16 de Maio de 2007
- GAGO, J. (1990) *Manifesto para a Ciência em Portugal*, Gradiva, Lisboa
- GAMMON, B. (2003) *Assessing learning in museum environment – A practical guide for museum evaluators*, Science Museum, Londres
- GARDAIR, T. e NEVES, R. (2006) Discutindo a relação: Ciência e arte, um namoro antigo... O caso do Ciência em Cena, in *Memórias do Simpósio Arte e Ciência 2006*, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro  
<http://www.cienciaviva.pt/divulgacao/arteciencia/brasil.asp> Disponível em: 16 de Maio de 2007
- GARFIELD, E. (1983) The Poetry-Science Connection, *Essays of an Information Scientist*, vol. 6, 223-228
- GEDEÃO, A. (2004) *Obra Completa*, Relógio D’Água Editores, Lisboa
- GIL, V. (2006), Exploratório Infante D. Henrique – Dez anos. E agora?, *Rua Larga*, nº 13, pp 12-13
- GOUVEIA, R. (2004) Educação em Ciências, Cultura e Cidadania: A Poesia na Sala de Aula, *Gazeta de Física*, **27**, fasc. 4, 40-43.



- KANASHIRO, M. (2003), As confluências entre arte, ciência e tecnologia, *Com ciência - Cultura científica*, nº 45, Julho. <http://www.comciencia.br/reportagens/framereport.htm>  
Disponível em: 16 de Maio de 2007
- KEMP, M. (2005) From science in art to the art of science, *Nature*, 17, Março, vol. 434, nº 7031, 308-309
- KESTLER, I. (2006) Johann Wolfgang von Goethe: arte e natureza, poesia e ciência, *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, vol.13, supl.0, 39-54, Rio de Janeiro.
- LANDIS, G. (1996) Science, Fiction, Poetry, *Mindsparks Poetry Anthology*, Molecudyne. Também disponível em <http://www.sff.net/people/Geoffrey.Landis/poetry.htm>, em 30 de Maio 2007
- LEACH, E. (1992) Universais culturas e singularidades das culturas, in AAVV (1992), *A Ciência como Cultura*, Lisboa
- LIGHTMAN, L. (2005) A tale of two loves, *Nature*, 17, Março, vol. 434, nº 7031, 299-300
- LISBOA, E. (2001) *O Ilimitável Oceano*, Edições Quasi, Vila Nova de Famalicão.
- LOPES, A. (2004) *Caras Baratas* – Antologia, Relógio D'Água Editores, Lisboa
- MARQUES, D. (2006), Visualmente a Comunicar Ciência, *Conta Natura*, [http://contanatura.weblog.com.pt/arquivo/arte\\_e\\_ciencia/](http://contanatura.weblog.com.pt/arquivo/arte_e_ciencia/) Disponível em: 16 de Maio de 2007
- MASSARANI, L., MOREIRA, I. e ALMEIDA, C. (2006) Para quê um diálogo entre ciência e arte?, *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, vol.13, supl.0, 7-10, Rio de Janeiro.
- MASSARANI, L., RAMALHO, M., ROCQUE, L., MEIRELLES, R., OLIVEIRA, D. e ARAÚJO-JORGE, T. (2006) Um olhar sobre ciência e arte no Brasil: Uma análise do Simpósio 2006, in *Memórias do Simpósio Arte e Ciência 2006*, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro <http://www.cienciaviva.pt/divulgacao/arteciencia/brasil.asp> Disponível em: 16 de Maio de 2007

MAWER, S. (2005) Science in literature, *Nature*, 17, Março, vol. 434, nº 7031, 297-298

MOURÃO, R. (2006) Hamlet, o universo infinito, in *Memórias do Simpósio Arte e*

*Ciência 2006*, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro

<http://www.cienciaviva.pt/divulgacao/arteciencia/brasil.asp> Disponível em: 16 de Maio de 2007

NEMÉSIO, V. (1989) *Obras completas*, vol I, *Poesia*, Coleção da Biblioteca de Autores Portugueses, Imprensa Nacional Casa da Moeda

NORONHA, P. (2006) Artes visuais e ciência, *PROFORMAR online*, 14, Março,

[http://www.proformar.org/revista/edicao\\_14/pag\\_5.htm](http://www.proformar.org/revista/edicao_14/pag_5.htm) Disponível em: 16 de Maio de 2007

OLIVEIRA, B. (2006), Cinema e imaginário científico, *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, vol.13, supl.0, 133-150, Rio de Janeiro.

OSBOURN, A. (2006) The poetry of science, *Nature Reviews / Microbiology*, 78 (1), vol. 4

OUELLETTE, J. (2006) Rhyme schemes: science poetry, *Cocktail Party Physics Blog*, Julho

PALMA, C. (2006), Art and science on the stage, *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, vol.13, supl.0, 233-246, Rio de Janeiro.

PESSOA, F. (1978) *Obras completas de Fernando Pessoa -Poesias inéditas (1919 -1930)*, Edições Ática, Lisboa

PESSOA, S. (2005) *Metáforas em ondas sonoras*, Biblioteca online de Ciências da Comunicação, Universidade da Beira Interior,

<http://www.bocc.ubi.pt/esp/autor.php?codautor=731> Disponível em 30 de Maio de 2007

PETERSON, J. e RONGE, S. (1998) *Investigating animals and habitats*, Museum of Natural History, Universidade de Wisconsin, <http://www.uwsp.edu/museum/lesson12.htm>

Disponível em 30 de Maio de 2007

- QUEIROZ, G., LIMA, M. e VASCONCELLOS, M. (2004) Física e Arte nas estações do ano, *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, nº 1, 33-54
- REIS, J., GUERRA, A. e BRAGA, M. (2006) Ciência e arte: relações improváveis?, *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, vol.13, supl.0, 71-87, Rio de Janeiro.
- RENNIE, L. (2006), *The Impact of Science Centers/Museums on their Surrounding Communities: Summary Report*, Apresentação na Conferência Asia Pacific Network of Science & Technology Centres (ASPAC),  
[http://www.astc.org/resource/case/Impact\\_Study02.pdf](http://www.astc.org/resource/case/Impact_Study02.pdf) Disponível em: 16 de Maio de 2007
- RULE, A., CARNICELLI, L. e KANE, S. (2004) Using Poetry to Teach about Minerals in Earth Science Class, *Journal of Geoscience Education*, 52 (1), 10-14
- SARAMAGO, J. (1998) *Os Poemas Possíveis*, 4ª edição, Caminho, Lisboa
- SERRANO, L (2001) O Ilimitável Oceano de Eugénio Lisboa, *Jornal de Letras*, 804 – 25 Julho a 7 de Agosto
- SHEARER, R. (2002) *The languages of the brain*, Harvard University Press
- SHEARER, R. (2006) Ciência e arte: uma dicotomia falsa, entrevista in *Memórias do Simpósio Arte e Ciência 2006*, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro  
<http://www.cienciaviva.pt/divulgacao/arteciencia/brasil.asp> Disponível em: 16 de Maio de 2007
- SNOW, C. P. (1996) *As duas culturas*, Editorial Presença, Lisboa
- SOLOMON, J. (1993) Reception and rejection of science knowledge: choice, style and home culture, *Public Understanding of Science*, 2
- TABER, K. e WATTS, M. (1996) The secret life of the chemical bond: students' anthropomorphic and animistic references to bonding, *International Journal of Science Education*, 18 (5), 557 – 568

VILAS-BOAS, A. (2006) O cinema e o sentido da ciência: “O Óleo de Lorenzo” no ensino da genética e na discussão sobre pesquisa científica, in *Memórias do Simpósio Arte e Ciência 2006*, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro <http://www.cienciaviva.pt/divulgacao/arteciencia/brasil.asp> Disponível em: 16 de Maio de 2007

VOGT, C. (2003) A Espiral da cultura científica, *Com ciência - Cultura científica*, nº 45, Julho. <http://www.comciencia.br/reportagens/framereport.htm> Disponível em: 16 de Maio de 2007

WALLACE, M. (2006) Quebrando barreiras entre ciência e arte através de exposições, entrevista in *Memórias do Simpósio Arte e Ciência 2006*, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro <http://www.cienciaviva.pt/divulgacao/arteciencia/brasil.asp> Disponível em: 16 de Maio de 2007

WATTS, M. (2001) Science and poetry: passion v. prescription in school science?. *International Journal of Science Education*, 23 (2), 197-208

ZANETIC, J. (2006) Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas, *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, vol.13, supl.0, 55-70, Rio de Janeiro.